GRAĐEVINAR

7
ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.
GODINA X SRPANJ 1958



»GRAĐEVINAR«

GOD. X. BROJ 7

SADRŽAJ:

SARADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIONOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna;
tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unašanje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju bit tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.
Više slika, manje teksta — Vašem će se radu pokloniti više pažnje!

Čitaoci traže više članaka na manje stranica; zadovoljite čitaoce, oni će Vam biti zahvalni!

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, slike se računaju kao tekst.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.
Glavni urednik: Dr. ing Ervin Nonveiller.
Tehnički urednik: ing. Lida Zlatić.

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 36-271 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 400-703-5-1151
Tisak »TIPOGRAFIJA« grafičko-nakladni zavod, Zagreb

GRAĐEVINAR

GOD. X. SRPANJ 1958 BROJ 7

ISPITIVANJE BRDSKIH PRITISAKA U DOVODNIM TUNELIMA HIDROELEKTRANA RAVEN I VRAPČIŠTE

Ing. **Branislav Kujundžić**, Ing. **Živorad Radosavljević**, Ing. **Bratislav Čolić**, Beograd

1. Postavljanje problema

Dovodni tuneli hidroelektrana Raven i Vrapčište, nizvodnih stepenica sistema hidroelektrana Mavrovo, rešeni su kao tuneli sa slobodnim nivoom. Dovodni tunel Raven, kružnog poprečnog preseka, dugačak je 1500 m, sa čistim otvorom ϕ 4,0 m i podužnim padom 2,5‰. Tunel Vrapčište, dužine 600 m, takođe kružnog poprečnog preseka, nalazi se na dovodnom kanalu koji je namenjen navodnjavanju Pološkog polja uz prethodno iskorišćenje vode na HE-Vrapčište.

Ispitivanje brdskih pritisaka u ovim tunelima dobilo je poseban značaj zbog toga što su brdski pritisci postali osnovno pa i jedino opterećenje za dimenzionisanje tunelske obloge. U cilju detaljnijeg upoznavanja geološkog sklopa, kao i geotehničkih osobina brdskih masiva u kojima su položeni tuneli Raven i Vrapčište, izvršeno je izbijanje specijalnih istražnih potkopa. Na tunelu Raven izbijena su 3 istražna potkopa, i to G-1 i G-3 u osovini tunela i G-2 kao prilazni bočni potkop. Na tunelu Vrapčište izbijen je jedan bočni pristupni niskop do osovine tunela, a u samom tunelu istražni potkop dužine 14 m.

U okviru programa istražnih radova u potkopu G-2 i G-3 izvršeni su ogledi smicanja za eksperimentalno određivanje kohezije i ugla unutarnjeg trenja (dobijene vrednosti: $k = 0{,}75 - 0{,}80$ kg/cm², $\varphi = 18^0 - 24^0$) kao i ogledi pritiska za određivanje modula deformacije stene (dobijene vrednosti: $E_d = 1400 - 4300$ kg/cm²).

Za vreme izbijanja potkopa G-2 i G-3 za tunel Raven, kao i potkopa za tunel Vrapčište, primećene su pojave brdskih pritisaka, i to neposredno posle izbijanja profila, pa je, s obzirom na veličine tih pritisaka kao i na značaj pritisaka kao osnovnog opterećenja za dimenzionisanje obloge, doneta odluka da se veličine tih pritisaka odrede merenjem na licu mesta. Zbog vrlo oštrih rokova i relativno malih raspoloživih sredstava problem je trebalo rešiti relativno jednostavnim putem, na brz i jeftin način.

2. Geološki opis

a) Tunel Raven

Dovodni tunel HE-Raven nalazi se na području sela Vrutok i sela Raven i ograničen je levom obalom Vardara i delom brdskog masiva istočnih obronaka planinskog venca Šare.

U domenu terena kroz koji prolazi tunel zastupljeni su: svetli filiti sa partijama svilenkastih filita, tamnosivi glinasti filiti u alternaciji sa crnim glinastim škriljcima — argilošistima, hloritski škriljci i kvarciti.

Svetli filiti, svetlo-sive boje, nalaze se na površini terena, a na tunelskoj trasi zastupljeni su samo na izlaznom delu tunela. Pravac pada varira od 10⁰—50⁰. Vrlo su podložni raspadanju i gliniziranju pod uticajem atmosferilija, naročito u partijama sa većim sadržajem zdrobljenog kvarcita.

Argilošisti su obrazovani u vidu crnih, malo grafitičnih glinastih škriljaca sa većim ili manjim sadržajem žičnog kvarca. Podložni su raspadanju u dodiru sa vazduhom i vodom, pa dolazi do pojava bubrenja i odvajanja kašastih partija od stenovite mase.

Hloritski škriljci nalaze se neposredno u dodiru sa kvarcitima, a zastupljeni su u manjoj mjeri.

Kvarciti su obrazovani u vidu moćnih kvarcitnih masa.

Merenje brdskih pritisaka izvedeno je u potkopima G-2 i G-3, na deonicama na kojima su zastupljeni crni glineni škriljci i sivi glinasti škriljci, kao i u svetlim filitima u potkopu G-3 na dužini oko 30 m.

b) Tunel Vrapčište

Trasa dovodnog kanala HE-Vrapčište prolazi kroz krajne istočne i jugoistočne padine Šarplaninskog masiva. Morfološki, teren je predstavljen zaravnjenim i blago zatalasanim padinama.

U domenu istražne galerije, na potezu tunela, u selu Vrapčištu, mogu se izdvojiti karbonatsko-hloritski škriljci i diluvijalne tvorevine.

Sam ulaz istražnog potkopa nalazi se na padini ogolelog brda na koti +600 m. Površina terena formirana je u mekom i rastresenom padinskom materijalu. Prilazni niskop izveden je pod nagibom 28⁰. Na 32 m od ulaza nalazi se izražen kontakt padinskog materijala sa karbonatsko-hloritskim škriljcima. Ti su škriljci sive boje, monolitne mase bez uočljivih primesa i interkalacija drugog materijala. Vrlo su škriljavi i formirani su u vidu slojevitih škriljaca. Njihov pad iznosi 70⁰ do 80⁰. Podložni su spoljnim agensima, uticaju vode i vazduha, pa im je proces razmekšavanja i gliniziranja vrlo brz — otuda i znatne pojave brdskog pritiska.

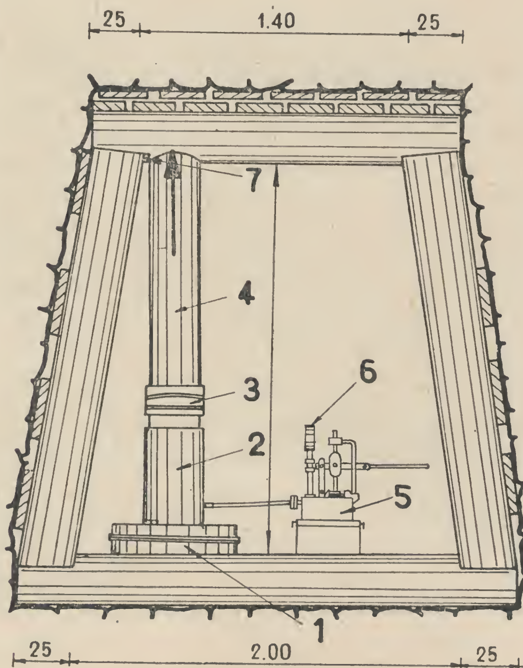
Merenje brdskih pritisaka obavljeno je u horizontalnom delu galerije na koti +575 m.

3. Primjene metode i opis ispitivanja

U cilju određivanja reda veličine brdskog pritiska izrađena je dispozicija merenja uz primenu ovih metoda:

a) Metoda »hidrauličke dizalice«

Dispozicija merenja brdskog pritiska po ovoj metodi sastoji se u tome što se pomoću hidraličke dizalice odiže kapela i na taj način vrši oslobađanje sile u gambi. Veličina sile u gambi određuje se iz veličine pritiska na manometru i preseka klipa hidrauličke dizalice (sl. 1). Odizanje kapele



Sl. 1 — Shema dispozicije za merenje brdskog pritiska pomoću hidrauličke dizalice

1. Podmetač za hidrauličku dizalicu
2. Hidraulička dizalica
3. Zglob za centrisanje sile
4. Kandela
5. Hidraulička pumpa
6. Manometar
7. Zarez za kapelu

vrši se pomoću jedne hidrauličke dizalice ili istovremeno sa dve dizalice postavljene uz dve gambe ispod iste kapele.

Kako su prethodno uklonjene podužne raspinjače, izvršeno je zasecanje kapela na kontaktu sa gambama zbog isključivanja uticaja trenja gambe po kapeli od dejstva bočnih pritisaka. Trenutak potpunog oslobađanja sile u gambi registrovan je okularno i to: bilo pomeranje vrha gambe ka profilu, bilo odizanje kapele. Trenutak pomeranja odnosno odizanja opažan je na kontaktima gambi i kapela, koji su prethodno bili premazani slojem gipsa.

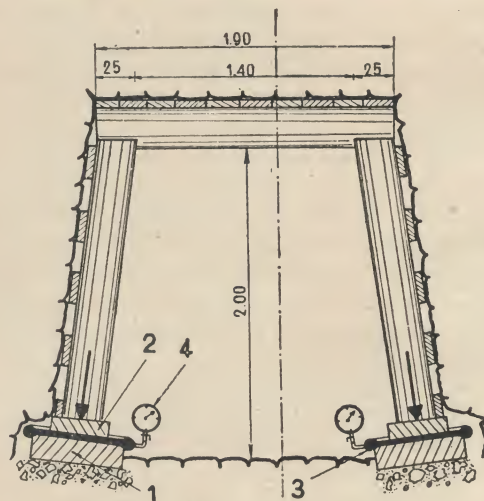
Na deonicama sa relativno malim pritiscima upotrebljavana je vrlo manipulativna presa kapaciteta 10 t sa presekom klipa 79 cm². Na deonicama sa znatnim intenzitetom pritiska upotrebljavana je velika hidraulička dizalica kapaciteta 200 t, preseka klipa 500 cm².

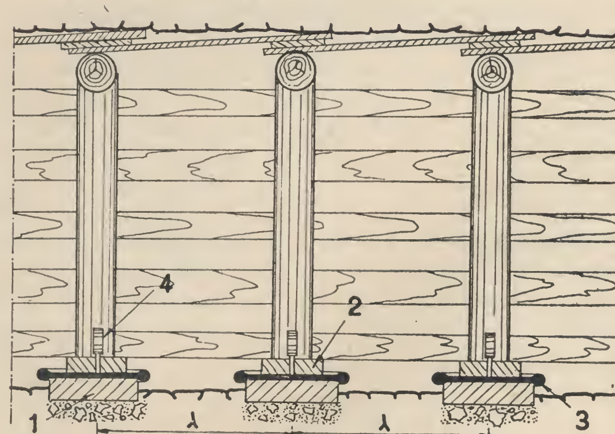
Merenje brdskog pritiska na opisani način izvršeno je u tunelu Raven, i to u potkopu G-2 na 33 pari gambi i u tunelu G-3 na 40 pari gambi. Merenje je izvršeno u dva navrata, prvo merenje u mesecu aprilu a drugo merenje u mesecu maju 1957 godine.

U istražnom potkopu dovodnog tunela Vrapčište merenje brdskog pritiska po ovoj metodi izvršeno je novembra 1956 godine, na 5 pari gambi.

b) Metoda »malog limenog jastuka«

Merni uređaj sastoji se u tome što se specijalno izrađeni limeni jastuci Ø 600 mm iskorišćuju kao podmetači ispod gambi, a veličina sile u gambi određuje se pritiskom na manometru jastuka, veličinom dodirne površine gambe i jastuka i sopstvenom nosivošću jastuka. Zbog otklanjanja



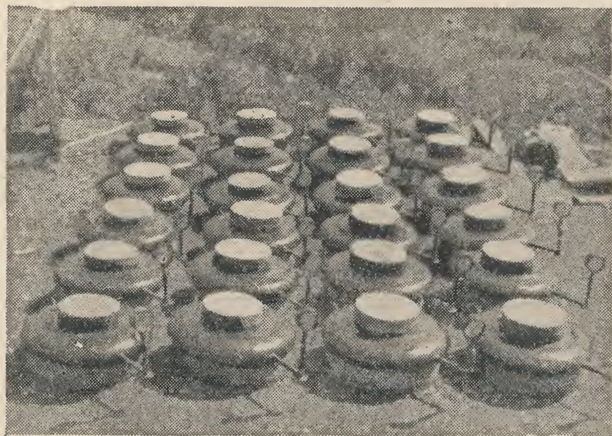


Sl. 2 — Shema dispozicije mernog uređaja za merenje brdskog pritiska pomoću »malih limenih jastuka«

1 i 2 Betonski podmetači za mali limeni jastuk
3 Mali limeni jastuk
4 Manometar

uticaja sopstvene nosivosti jastuka izvršeno je baždarenje svakog jastuka na licu mesta ili u laboratoriji i na osnovu baždarenja određena stvarna sila koja se jastukom meri. Shema dispozicije mernog uređaja po toj metodi prikazana je na sl. 2.

Limeni jastuci ⌀ 600 mm izrađeni su od lima debljine 2 mm. Svaki jastuk snabdeven je kolenastim cevnim priključkom sa manometarskom slavinom, na koju se uključuje manometar (sl. 3).



Sl. 3 — Mali limeni jastuci sa manometrima i betonskim podmetačima, pripremljeni za upotrebu.

Montaža jastuka izvršena je ovako: jastuk napunjen vodom i snabdeven manometrom stavljen je između dva podmetača od betona, pa su se tako sva tri elementa zajedno ubacivala ispod gambi (sl. 3). Samo ubacivanje jastuka ispod gambi vršeno je na taj način što je hidrauličkom dizalicom odignuta kapela, skinuta prvobitna gamba, ubačen jastuk sa podmetačima, a između kapele i jastuka postavljena nova gamba odgovarajuće dužine i kapela ponovo spuštena da nalegne na gambu. Na isti način izvršeno je ubacivanje jastuka i ispod druge gambe u istom profilu. Zatim su slavine na jastuku otvorene i izvršeno početno očitavanje.

Na taj način je izvršena montaža 24 komada jastuka na 12 mernih profila u potkopu G-3 hidroelektrane Raven. Raspored mernih profila prikazan je na sl. 5. Očitavanje manometra vršeno je od kraja meseca maja do polovine septembra 1955 godine, i to prvih 15 dana svakodnevno a kasnije svakog drugog dana.

U istražnom potkopu hidroelektrane Vrapčište ubačeno je 12 komada jastuka na 6 mernih profila na isti način kao i u tunelu Raven. Očitavanje je vršeno svakog drugog dana, i to od kraja novembra 1956 do kraja januara 1957.

Da se odredi moć nošenja jastuka, izvršeno je njegovo baždarenje. Na hidroelektrani Raven baždarenje je izvršeno po završenom merenju na licu mesta, a na hidroelektrani Vrapčište po završenom merenju u laboratoriji.

c) Metoda »velikog limenog jastuka«

Veliki limeni jastuk ⌀ 150 cm, koji je služio za određivanje modula deformacije stene, lociran u istražnom potkopu G-3 hidroelektrane Raven na km 0 + 047, iskorišćen je posle završenog ispitivanja za merenje brdskog pritiska na taj način, što je jastuk, napunjen vodom i zatvoren, ostavljen i izložen dejstvu brdskog pritiska. Jastuk je snabdeben manometrom koji je omogućio registrovanje pritiska (sl. 4).



Sl. 4 — Veliki limeni jastuk sa instrumentima za merenje pritiska i deformacija.

Veliki limeni jastuk sa kojim je vršeno opažanje intenziteta brdskog pritiska postavljen je u crnim argilošistima, mestimično ispucanim, sa umetcima kvarcnih sočiva i manjim umetcima hloritskog škriljca. Cela masa prožeta je prslinama ispunjenima glinenim materijalom.

Jastuk je postavljen u boku potkopa, u prorezu dimenzija 4,0 × 2,5 × 0,60, i tu zabetoniran (sl. 4). Nakon što je jastuk napunjen vodom i snabdeven manometrom, prvo je stavljen pod pritisak od 5 kg/cm², a registrovanje obodnih deformacija pomoću ugibomera vršeno je 1 ili 2 puta dnevno. Opažanja na taj način vršena su 10 dana.

Posle ovog merenja jastuk je stavljen pod početni pritisak od 1,1 atm, zatvoren i ostavljen dejstvu brdskog pritiska. Čitanje pritiska obavljeno je svakog drugog dana od kraja aprila do kraja avgusta 1955.

4. Rezultati merenja i analiza rezultata

Iz dobivenih mernih podataka izvršeno je preračunavanje vertikalnog pritiska na jedinicu površine (t/m²). Pri tome su za sve merne profile snimljene geometrijske mere: raspon kapele, koji je iznosio 1,80 m (HE-Vrapčište) i 1,90 m (HE-Raven), i razmak gambi.

Merenjem izvršenim po metodi hidrauličke dizalice našlo se da je maksimalna ordinata opterećenja (ravnomerno ili trapezasto)

$$p = 0{,}9\frac{P}{\lambda}$$

gdje je:

P — veća sila u jednoj od gambi istog mernog profila registrovana hidrauličkom dizalicom prilikom odizanja kapele,

λ — razmak poprečnih ramova podgrade.

Podaci dobijeni metodom malog limenog jastuka takođe su svedeni na vertikalno opterećenje (t/m²), gde je veća ordinata opterećenja dana izrazom

$$p = k\frac{P_a}{\lambda}$$

tu je

k — konstanta za određeni odnos $\eta = P_a/P_b$ izmerenih sila u levoj i desnoj gambi istog mernog profila ($\eta \geqq 1$),

P_a — veća sila u gambi u istom mernom profilu,

λ — razmak podužnih okvira.

Izmerene sile u gambama na HE Raven u istom mernom profilu u većini slučajeva su pokazivale iste vrednosti, a najveći odnos tih sila iznosio je $\eta = 1{,}78$. Vrednosti k kretale su se od k = 1,14 — 1,65 za odnos $\eta = 1 — 1{,}78$. Rastojanja gambi iznosila su λ = 1—1,25 m. Na HE-Vrapčište odnos $\eta = P_a/P_b$ bio je skoro jednak jedinici.

Tako sračunati pritisci naneseni su u podužnom profilu (sl. 5) za potez na kome su vršena merenja. U podužnom profilu potkopa G-3 uneseni su i ostali karakteristični podaci: geološki profil, pojava vode, pojava bočnih pritisaka, rezultati geotehničkih ispitivanja, koji su tesno vezani za pojave manjih ili većih brdskih pritisaka.

Iz podužnog profila potkopa G-3 hidroelektrane Raven (sl. 4) uočava se prilična ujednačenost brdskih pritisaka sve do 118 m, a dalje se pritisci povećavaju i dostižu vrednosti i do p = 18 t/m². Na desetak metara od brusta pritisci su bili tako visokog intenziteta da je podgrada morala da bude znatno ojačana pa se merenja na ovom potezu nisu mogla da vrše zbog gustine gambi. Karakteristike celog potkopa G-3 što se tiče brdskih pritisaka su ove:

1. Pritisci su relativno ujednačeni, izuzev nekoliko šiljaka.

Deonicu od 40—54 m, koja se nalazi u argilošistima izraženo slojevitim sa interkalacijama kvarcnih žica, karakterišu pritisci koji se kreću od p = 2 — 9 t/m².

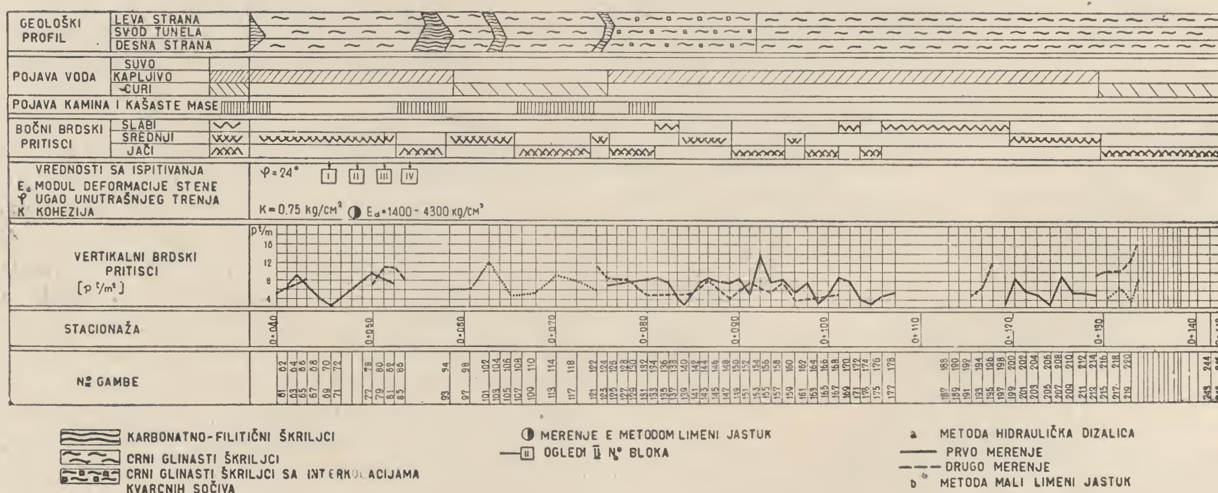
Deonicu od 59—108 m u crnim argilošistima sa interkalacijama kvarcnih žica i umecima sivih filitičnih škriljaca karakterišu pritisci koji se kreću prosečno od p = 4 — 8 t/m², sa šiljcima od p = = 12—13 t/m² (kontakti filitičnih i crnih škriljaca).

Deonicu od 115—134 m u crnim argilošistima, delom suvu a delom provlaženu i kapljivu, karakterišu pritisci koji su znatno veći, a po intenzitetu idu i do p = 18 t/m².

2. Merenja izvršena metodom hidrauličke dizalice izvršena su u dva navrata, i to u aprilu za vreme jakih padavina i u maju kada su padavine prestale i kada je tunel postao znatno suvlji. Merenja u oba navrata su pokazala da su se pritisci u međuvremenu smanjili skoro na celom potezu.

3. Vrednosti brdskog pritiska dobijene metodom malog limenog jastuka dosta se dobro slažu sa vrednostima dobijenim hidrauličkom dizalicom.

U potkopu G-2 hidroelektrane Raven vršena su merenja brdskog pritiska samo metodom hidrauličke dizalice. Merenja su vršena samo na



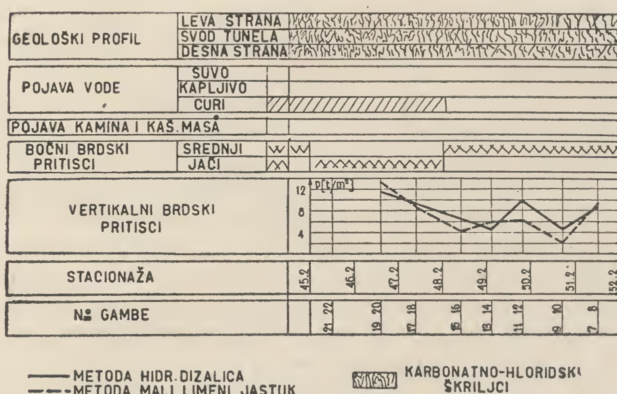
Sl. 5 — Podužni profil probne deonice u potkopu G-3 tunela Raven sa rezultatima izvršenih ispitivanja.

potezima na kojima su pritisci bili sasvim uočljivi, i to u dva navrata: u mesecu aprilu i mesecu maju. Iz izvršenih merenja mogu se uočiti ove karakteristike:

1. Brdski pritisci izrazito su veliki na delu tamno sivih filitičnih škriljaca i iznose p = 10 — — 24 t/m². Bočni pritisci su isto tako znatni. Usled dejstva tih pritisaka profil je smanjen za oko 20%, podgrada se utisnula u podinu potkopa. Visina brdske mase iznosi na ovom delu oko 50 m. Deonica je kapljiva, a mestimično voda curi. Ilustracije radi navodimo da kapele Ø 25 cm pucaju.

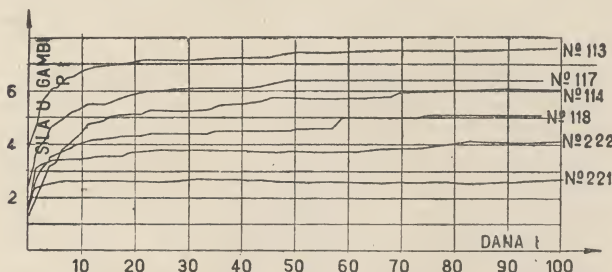
2. Merenja izvršena u drugom navratu, t. j. u mesecu maju, pokazala su da su pritisci na izvesnim potezima u međuvremenu postali nešto veći, što je rezultat raspadanja filitičnih škriljaca i pojava brubrenja koja izaziva jake pritiske na podgradu.

Na hidroelektrani Vrapčište merenja izvršena sa obadve metode su pokazala da se pritisci kreću od p = 4 — 10 t/m², što se vidi i iz podužnog profila na sl. 6.



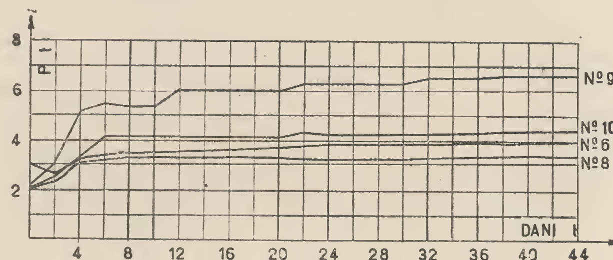
Sl. 6 — Podužni profil probne deonice u potkopu tunela Vrapčište sa rezultatima izvršenih ispitivanja

Karakteristični dijagrami brdskog pritiska odnosno sila u gambi u funkciji vremena, dobijeni metodom malog limenog jastuka, prikazani su na sl. 7 i sl. 8. Iz dijagrama prikazanim na slici može se uočiti:



Sl. 7 — Tunel Raven — dijagram promene sile u gambi u funkciji vremena za nekoliko mernih profila

1. I u tunelu Raven i u tunelu Vrapčište brdski pritisci pokazuju tendenciju stalnog porasta za prvih 15—20 dana, da bi se kasnije samo neznatno s vremenom povećavali. Na izvesnim mernim profilima javljaju se manji skokoviti prelazi.

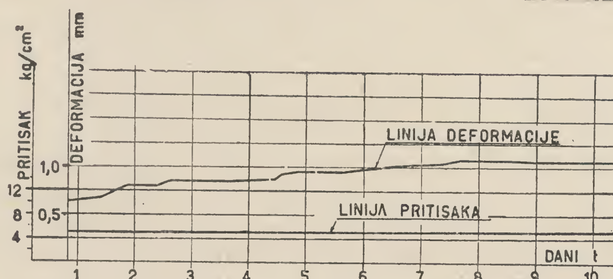


Sl. 8 — Tunel Vrapčište — dijagram promene sile u gambi u funkciji vremena za nekoliko mernih profila

2. U većini slučajeva je razlika sila u gambama istog mernog profila malena, što znači da pritisci deluju na profil skoro simetrično.

Merenja izvršena metodom velikog limenog jastuka u potkopu G-3 hidroelektrane Raven, sa jastukom Ø 150 cm, izvršena su u dva navrata.

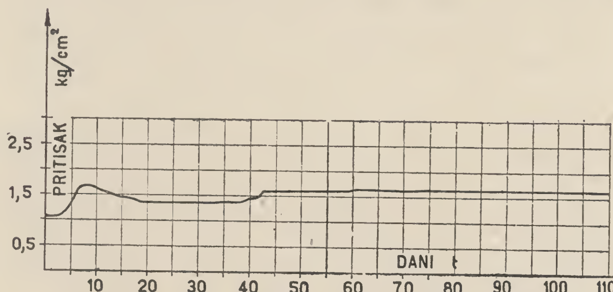
a) Pri stalnom opterećenju od 50 t/m² na stenu u vremenu od 10 dana, kako se vidi iz dijagrama deformacija u funkciji vremena na sl. 9, stena



Sl. 9 — Dijagram deformacija u funkciji vremena dobiven pomoću velikog limenog jastuka

stalno teče s vremenom, da bi se tek posle osmog dana deformacije konsolidovale. Linija deformacija asimtotski se približava horizontali.

b) Iz dijagrama pritiska u funkciji vremena (sl. 10) vidi se da se povećanje pritiska od početnog pritiska 11 t/m² do 16 t/m² izvršilo u vremenu od oko 7 dana. Kasnije variranje intenziteta brd-



Sl. 10 — Dijagram pritiska u funkciji vremena dobijen pomoću velikog limenog jastuka

skog pritiska rezultat je naknadnih radova na proširenju potkopa u blizini jastuka. Pritisci su se posle 110 dana stabilizovali na veličini od 16 t/m².

Svi rezultati dobijeni izvršenim merenjima odnose se na brdske pritiske koji se javljaju u malom profilu istražnih potkopa. Ekstrapolacija dobijenih rezultata na pun, projektovani profil pretstavlja za takve materijale u izvesnoj meri delikatan problem.

Da bi se došlo do sasvim pouzdanih podataka o brdskim pritiscima, merenja bi morala da se izvedu u stvarnom, projektovanom profilu, sa dispozicijom merenja koja bi omogućila merenje brdskih pritisaka u više radijalnih pravaca, kako je to programom bilo predviđeno i za tunel Raven i Vrapčište, ali zbog nedostatka vremena ta merenja nisu izvršena.

Projekat ispitivanih tunela izrađen je u Hidroelektroprojektu — Skopje. Sva merenja izvršena su od strane Hidrotehničkog instituta »Ing. Jaroslav Černi«. Građevinske radove izvelo je građevinsko preduzeće »Mavrovo«.

ZAGREBAČKO ŽELJEZNIČKO ČVORIŠTE SA GLEDIŠTA GRADSKOG SAOBRAĆAJA

Ing. **Dragutin Mandl**, tehnički savjetnik ZET-a, Zagreb

Nedavno su objavljena dva članka ing. M. Sinkovića, i to u časopisima »Železnice« br. 10/1957. i »Građevinar« br. 4/1958., iz kojih se može razabrati, da još uvijek ne postoji jedinstveno gledište što se tiče rješenja zagrebačkog željezničkog čvorišta. Međutim, ovo je pitanje od naročite važnosti za konačno rješenje gradskog saobraćaja uopće, a posebice javnog saobraćaja. To je pitanje razmotreno i na nedavno održanoj zajedničkoj sjednici Savjeta za građevinarstvo i urbanizam i Savjeta za komunalne poslove NOG Zagreba (17. IV. 1958.), na kojoj je raspravljen projekt ing. B. Miloševića od god. 1957. (P 57). Protiv tog je projekta (kao i protiv projekta od god. 1953. — P 53), ing. M. Sinković naveo niz prigovora, koji dominiraju u zaključku, da nepridržavanje pravila o striktnoj podjeli prometa diskvalificira osnovnu koncepciju projekta i čini ga praktički neupotrebljivim. O tim prigovorima, koliko mi je poznato, nije bilo govora na zajedničkoj sjednici kod NOG Zagreba.

Ne mogu se upuštati u nepoznato područje željezničkih potreba, kad se naši stručnjaci i projektanti u tome temeljito razilaze. Neki se, međutim, prigovori mogu dovoljno jasno prosuditi prema obrazloženju, a naročito su jasni i shvatljivi uvjeti, koje treba stvoriti za razvitak grada u južnom smjeru te potreba hitne provedbe, zasada barem, najvažnijih veza između oba predjela grada. Stoga mi neka bude dopušteno da iznesem svoje gledište samo sa stanovišta gradskog saobraćaja.

Prije toga treba, za bolje razumijevanje, dopuniti historijat toga predmeta u najkraćim crtama, jer ing. M. Sinković ističe u članku, objavljenom u časopisu »Železnice«, da mu daljnji postupci za rješavanje toga pitanja nisu poznati i to od zasjedanja komisije Direkcije JŽ 13. VI. 1955., na osnovu poziva NOG Zagreba, koja je ocjenjivala oba plana P 47 (ing. Sinkovića) i P 53 (ing. Čaklovića).

Na primjedbe te komisije na sve do tada izrađene studije i prijedloge rješenja pristupili su ing. B. Milošević i ing. M. Stajić od Zavoda za projektiranje željezničkih pruga ponovnom rješavanju željezničkog čvorišta u Zagrebu. Kao osnovna je koncepcija bilo postavljeno: po jedan glavni putnički i ranžirni kolodvor, dva lokoteretna kolodvora, jedna ložionica za putničke vlakove pokraj glavnog kolodvora i teretne grupe te jedna ložionica za buduće teretne vlakove pokraj ranžirnog kolodvora.

Na konferenciji, održanoj 16. V. 1956. u Direkciji JŽ u Zagrebu, kojoj su prisustvovali predstavnici svih zainteresiranih stranaka, Komisija je, osim načelnog izbora lociranja glavnog putničkog kolodvora između pet varijanata, i ranžirnog kolodvora između dvije varijante, donijela niz zaključaka. Od ovih su sa stanovišta grada i gradskog saobraćaja važni, da se istom u konačnoj fazi rekonstrukcije željezničkog čvorišta napuste pruge iz Karlovca i Siska, dakle, sadašnja pruga preko željezničkog mosta i Savske ceste, te izgradi zapadna obilazna pruga; zatim, da se ispita konačna lokacija za smještaj putničkog kolodvora istočno i zapadno od današnjeg položaja i konačno, da se pruga kroz grad od Črnomerca do južnog odvojka ulice Socijalističke revolucije podigne prema razini gradske javne saobraćajne površine.

Nadalje je na konferenciji od 22. V. 1957. kod NOG Zagreba razmotren pretprojekt željezničkog čvorišta, predložen od projektanata ing. Miloševića i ing. Stajića (P 57), te donesen zajednički zaključak svih zainteresiranih stranaka, da idejno rješenje odgovara potrebama grada Zagreba te da se ono, nakon završene redakcije, preda na reviziju.

Reviziju je izvršila 28. X. 1957. Reviziona komisija Generalne direkcije JŽ; ona je načelno odobrila pretprojekt željezničkog čvorišta uz primjedbe, da pruge iz Siska i Karlovca s mostom preko Save treba zadržati, s time, da se ispusti zapadna obilazna pruga, jer nije neophodno potrebna. Nadalje, da je potrebno proučiti, da li je povoljnije izgraditi novi putnički kolodvor ili provesti rekonstrukciju sadašnjeg kolodvora. Ostale primjedbe (povoljniji položaj za lokoteretne ko-

lodvore s time, da se nastoji približiti ih ranžirnom kolodvoru, te primjedbe o etapnoj izgradnji) nisu načelnog značenja i ne tangiraju gradski saobraćaj.

Ne može se, međutim, smatrati, da je navedenim primjedbama Revizione komisije Generalne direkcije JŽ taj predmet konačno riješen, jer je Sekretarijat za građevinarstvo i urbanizam NOG Zagreba zatražio, da Savjeti za građevinarstvo i urbanizam te Savjet za komunalne poslove još jednom provedu načelnu diskusiju, naročito o zapadnoj obilaznoj pruzi odnosno definitivnom zadržavanju današnje pruge preko Savskog mosta, zatim o položaju lokoteretnih kolodvora kao i o premještanju putničkog kolodvora. Na osnovu je toga sazvana prije spomenuta zajednička sjednica Savjeta kod NOG Zagreba, na kojoj, koliko je poznato, nije došlo do konačnog zauzimanja određenog stanovišta. Prema tome su vjerojatno još najvažnija pitanja ostala otvorena.

Iako je, dakle, napuštanje pruge kraj Savske ceste i premještanje kolodvora došlo u pitanje, treba ipak razmotriti ove, sa stanovišta grada vrlo važne predmete, jer se mora pretpostaviti, da će oni ponovno doći u razmatranje.

Kritike zagrebačkog željezničkog čvorišta postojale su otkako su izgrađene pruge i Glavni kolodvor. Ali se one nisu odnosile na položaj čvorišta, niti na položaj Glavnog kolodvora, nego na visinski položaj pruge. Već je onda bilo primijećeno, da će velika visinska razlika između ondašnjeg Južnog (121,5 m n. m.) i Glavnog kolodvora (116,6 m n. m.), koja nije izjednačena podizanjem pruge i Glavnog kolodvora, biti velika smetnja za budući razvoj grada. Da se prigodom gradnje pruge nije štedjelo na krivom mjestu, te da je pruga s Glavnim kolodvorom bila podignuta za oko 5 m, razvoj bi grada sigurno tekao drugim putem i znatno povoljnije.

Onda se Glavni kolodvor nalazio na periferiji grada. Danas on leži uz uže gradsko područje i sve više dolazi u središte grada. Ne možemo, dakle, zamisliti povoljniji položaj. U svoje vrijeme, pa sve do prije nedugog vremena, uporno se zastupala zamisao, da kolodvor treba premjestiti južno od Save (ili po mogućnosti podzemno ispod Gornjega grada), ili da prugu treba iz strategijskih(?) razloga staviti ispod razine tla (u usjek); danas sigurno više nitko ne smatra, da se mogu bilo čime opravdati takve zamisli. U najvećim ćemo gradovima naći, da se kolodvori nalaze u središtu grada. Ne samo da tome nema prigovora, nego je takav položaj kolodvora upravo potreban, jer znatno rasterećuje gradski saobraćaj. Najkraći putovi u gradu u vezi sa željezničkim putničkim saobraćajem čine, da je takav položaj kolodvora vrlo ekonomičan. Potrebno je, dakako, da se pruga nalazi ispod ili iznad razine tla, tako da se mostovima ili željezničkim nadvožnjacima mogu premostiti saobraćajne zapreke.

Da željeznička pruga u drugoj ravnini ne zadaje nikakve smetnje gradskom saobraćaju, može se ustanoviti u Savskoj cesti i u njezinoj bližoj okolini. Od god. 1926. dalje, prema idejnim projektima od god. 1921. i god. 1934., djelomično su podignute željezničke pruge te izgrađeni odnosno obnovljeni željeznički nadvožnjaci (prva tri upravo nastojanjem i uz doprinose Zagrebačkog električnog tramvaja, koji je bio znatno zainteresiran na tim radovima). Nakon što su tako izgrađeni nadvožnjaci, i to u Savskoj cesti na tri mjesta, zatim na početku ulice K. Dumbović (Samoborska), u Končarevoj i Krapinskoj ulici, i konačno, u najnovije vrijeme, preko Autoputa te južno od Save dva nadvožnjaka preko avenije B. Kidriča, dakle ukupno na devet mjesta, ne može se više govoriti o tome, da je željeznička pruga, na tako uređenom području grada, smetnja gradskom saobraćaju. Da ratna zbivanja nisu prekinula nastavak ovog vrlo konstruktivnog rada podizanja željezničkih pruga u istočnom dijelu grada (Heinzelova ulica), koji su radovi već bili započeti, bile bi danas prilike gradskog saobraćaja i na tom području znatno povoljnije.

Kao jedini znatan prigovor na dosadašnju izvedbu može se istaknuti, da je nadvožnjak željezničke pruge Zapadni—Glavni kolodvor preko Savske ceste prenisko izveden (4,20 m prema ondašnjim propisima, dok je potrebno najmanje 4,50 m). Ta mala visina čini smetnje tramvajskom pogonu, a i niveleta ceste morala je pretrpjeti lom, da se uopće omogući prolaz tramvajskim vozilima. Očito se pruga nije mogla podići na višu razinu zbog male udaljenosti od Glavnog kolodvora. Postoji, dakle, opravdana nada, da današnja visina nije konačna.

Međutim se pojavljuju novi projekti (P 53 i P 57), prema kojima bi sve ovo, što je jedino dobro i što je izvedeno s velikim troškovima investicija, zajedno sa željezničkim mostom preko Save, trebalo napustiti, jer navodno predstavlja veliku smetnju gradskom organizmu sjeverno i južno od Save. Za takvo gledište ne postoje razlozi gradskog saobraćaja, jer danas savska željeznička pruga siječe sve ceste u drugoj ravnini s nadvožnjacima, a prema nastalim se potrebama takva križanja mogu još bez teškoća izgraditi. Iz citiranih članaka ing. Sinkovića proizlazi, da za napuštanje savske pruge ne postoje ni unutarnje potrebe željezničkog saobraćaja. Kad bi napuštanje te pruge bilo ispravno rješenje i potrebno iz kojeg drugog nepoznatog važnog razloga, onda bi se mogao učiniti samo jedan zaključak: da su svi bivši projektanti učinili teške i neoprostive greške, jednako kao i svi oni, koji su odobravali i provodili njihove planove. Takav se zaključak, dakako ne može prihvatiti.

U vezi s podizanjem željezničkih pruga treba se osvrnuti na zaključak komisije Direkcije JŽ od god. 1956., da se podigne pruga kroz grad od Črnomerca do južnog odvojka ulice Socijalističke revo-

lucije. Pod ovim je odvojkom vjerojatno mišljeno na Harambašićevu ulicu odnosno na križanje Svetica te nastavno Borongajske ceste sa željezničkom prugom. Črnomerec (cesta) nalazi se na visini 128,08 m n. m., dok se tramvajska zaokretnica u ulici Socijalističke revolucije nalazi na visini 115,95 m n. m., a Zagrebačka Dubrava (tramvajska zaokretnica) tek na visini 126,2 m n. m. U nedostatku visinskih podataka željezničke pruge moramo pretpostaviti, da ne postoji veća razlika prema navedenim visinama cestovnih površina. Onda se negdje na križanju Svetice i Borongajske ceste mora nalaziti najniža točka željezničke pruge. Podizanjem pruge samo do te točke ne bi bili ispunjeni povoljni uvjeti za saobraćaj u istočnom dijelu grada. Ako se pruga diže od Črnomerca, onda u Dubravi treba da dođe barem na istu ili veću visinu. To je potrebno s razloga, što su i od ulice Socijalističke revolucije dalje prema istoku predviđene važne gradske saobraćajnice u tangencijalnom smjeru, koje, dakle, sijeku željezničku prugu. Nadalje je predviđena i tramvajska spojna pruga za izlaz vlakova od projektiranog novog spremišta u Dubravi prema jugu do predviđenog odvojka sadašnje tramvajske pruge prema Žitnjaku u smjeru Borongajske ceste te Vukomerca i Trnave. Da podizanje pruge dalje prema istoku nije predviđeno, razlozi za to vjerojatno leže u priključcima na željeznička postrojenja i industriju, pa se križanja moraju rješavati cestovnim nadvožnjacima.

Vrlo je prihvatljivo mišljenje ing. Sinkovića, da je položaj pruga prema projektu P 47 povoljan za brzi gradski saobraćaj između predkolodvora Hrv. Leskovac, Podsused, Sesvete, Klara i Glavnog kolodvora, što se prema projektima P 53 i P 57 ne može provesti. Isto su tako prihvatljive njegove primjedbe o potrebi dvaju ranžirnih kolodvora za zapadni i istočni dio grada u vezi s velikim količinama potrošnih dobara, koje su stalno potrebne za opskrbu grada i njegove dvostrano locirane industrije. Konačno su vrlo ozbiljni i prigovori na smještavanje ranžirnog kolodvora južno od Save.

Ne postoji, međutim, naročita mogućnost da se logično poveže objašnjenje komisije Direkcije JŽ od god .1955. s potrebama, da će naime napušteni željeznički most preko Save moći služiti gradskom saobraćaju. Javnom saobraćaju može služiti kao pruga brze gradske željeznice ili brze autobusne pruge. Svrha se i potreba, međutim, danas ne može zamisliti. Uostalom, i u tome je slučaju potrebna sva postojeća podignuta trasa, te bi prema tome navodna smetnja ostala i dalje. Možemo zamisliti i brzu gradsku cestu za individualni autosaobraćaj, što znači, da bi na sadašnjim nasipima trebalo izgraditi dvostruki kolnik najmanje 14 m ukupne širine. Tome ne odgovara ni današnja širina krune nasipa, kao ni čelična konstrukcija postojećih nadvožnjaka.

Drugo je pitanje, kad će nastati neodgodiva potreba za izgradnju brze gradske autoceste. Danas se, međutim, taj predmet, i u gradovima s najvećim individualnim saobraćajem, već prosuđuje drugačije, nakon što su izgradnjom takvih cesta u USA postignuti samo neuspjesi. Sigurno sa stanovišta našega autosaobraćaja nije osobito zanimljivo govoriti o brzim autocestama. Ali moguće ipak nije sasvim promašeno da se primjerice navede, što o tome misle saobraćajni stručnjaci, kad je već takva primjedba postavljena i kad je poznato, da je i u nacrtu regulatornog plana grada Zagreba od god. 1947. predviđena takva cesta. Nekoliko će narednih mišljenja razjasniti današnje stanovište:

Predsjednik nadleštva za visoke ceste (express highways) države New York B. D. Tallamy izjavljuje god. 1953.:

»Kako god brzo možemo izgraditi ekspresne ceste, one su opet prenatrpane. Uvijek se pojavljuje zaostatak nenamirene potrebe«.

D. C. Harland Bartholomew u vezi s planom grada Washingtona (1954):

»Prekasno počinjemo spoznavati, da je osnivanje ekspresnih visokih cesta, bez odgovarajuće brige za javni saobraćaj u najvećim gradskim kotarima, bila teška greška. Oduševljenje za gradnju autocesta oduzelo nam je prijegled sveukupnih saobraćajnih potreba suvremenog grada«.

Izjava American Transit Association od oktobra 1956.:

»Što se tiče djelovanja takvih putova na zastoje u saobraćaju gradova, ne može o tome postojati sumnja, da gradnja ekspresnog puta, koji neposredno vodi u srce grada, povećava saobraćajnu nevolju.«

E. Nielsen, Kopenhagen u izvještaju za XXXII. kongres Međunarodne unije javnog saobraćaja 1957.:

»Gradski se autoputovi ne mogu tako gusto položiti, da autovozači ne bi morali upotrebljavati i redovite ulice, da dođu do svog odredišta. Bit će i nadalje potrebno, da se razmjerno malim brojem spojnih cesta prijeđe na postojeću mrežu ulica. Ovdje će prilike biti još gore nego prije, jer gradski autoputovi, prema američkim iskustvima, privlače nove količine saobraćaja, koje stvaraju veću gustoću saobraćaja i veće teškoće parkiranja. Ako bi se saobraćajni problemi velegrada zaista morali riješiti autoputovima, bilo bi potrebno toliko tih putova i toliko parkirališta, da bi središnji trgovački dio grada bio uništen i izgubio bi značenje središta aktivnosti grada. Iz toga treba zaključiti, da se autoputovi — kojih će broj zbog porasta motorizacije svakako postati veći — ne smiju voditi do gradskog središta, nego oni moraju prestati na granici gusto izgrađenog područja.«

Primjedba London Transporta za isti kongres:

»Na gradnju autoputova u Londonu, što izvjesni krugovi preporučuju, ne može se pomišljati, sve dok se ne isprave križanja ulica u

središnjem dijelu grada, gdje se nalaze uska grla, i dok se ne pronađu dovoljni prostori za izgradnju parkirališta, odijeljeno od ulica.«

Na kongresu u Hamburgu, suprotno mišljenje u referatu R. Maestrelli-a, Milano, da gradske autoceste mogu rasteretiti saobraćaj u središtima gradova, naišao je na odlučan prigovor, koji proizlazi ne samo iz različitih nepovoljnih mišljenja, referata i izjava stručnjaka o tom predmetu, nego su isti nepovoljni rezultati ustanovljeni i osobnim promatranjem saobraćaja u američkim gradovima (Dr. O. Miescher, Basel).

Toliko o brzim autocestama. Iz ovih se mišljenja, međutim, može s velikom sigurnošću ustanoviti, da napušteni željeznički most preko Save ne bi mogao biti osobiti doprinos gradskom saobraćaju. Možda ovi navodi ne će biti suvišni ni s razloga, što će se kod ponovnog razmatranja otvorenih pitanja zagrebačkog željezničkog čvorišta, naročito opravdanosti napuštanja savske željezničke pruge, eventualno pojaviti i mišljenje, da je brza autocesta potrebna za gradski saobraćaj.

Konačno treba promotriti potrebu premještanja Glavnog kolodvora za oko 700 m prema istoku, kako se u citiranom članku kaže, na jedno vrlo opskurno mjesto. S takvom će se kvalifikacijom toga mjesta složiti svi oni, koji smatraju, da je današnji položaj Glavnog kolodvora nezamjenljiv. Ne mogu prosuditi, da li je takvo premještanje zabluda sa željezničke strane, ali je očita zabluda s urbanističkog i saobraćajnog gledišta.

Saobraćaj preko Zrinskog i Tomislavovog trga u južnom smjeru danas ne postoji, a širokim se otvorima na mjestu današnjeg kolodvora vjerojatno ne će stvoriti. Saobraćajne struje dolaze iz čvorišta Frankopanske i Draškovićeve ulice te iz okolnih čvorišta. Prema tome bi dovoljni prolazi s obje strane kolodvora mogli i ubuduće potpuno zadovoljiti. Tramvajski saobraćaj u bližoj budućnosti u zamišljeni južni nastavak Tomislavovog trga ne može ulaziti, jer u tom području ne nalazi mogućnosti širenja. Ne postoje, dakle, povoljne okolnosti razvoja mreže od Trga Republike ravno prema jugu grada, kako je to nekada bilo zamišljeno. Ukoliko se neke pruge ubuduće provedu prema jugu, za što u bližoj budućnosti ne postoji velika vjerojatnost, otkako ne postoji praktična mogućnost prijelaza preko novog mosta kod Trnja, provest će se one odvajanjem od Mihanovićeve ili Branimirove ulice. S tih razloga pruga od Trga Republike prema Glavnom kolodvoru više ne će biti od neke naročite važnosti, a kako ona i s drugih razloga predstavlja smetnju planskom razvitku javne saobraćajne mreže, predviđeno je da se ona napusti u budućnosti.

S estetskog se i urbanističkog gledišta zamišljeni željeznički nadvožnjak sa 8 otvora po 15 m, ukupno 120 m duljine, na mjestu današnjeg kolodvora, ne može smatrati sretnim rješenjem, bez obzira na to, da će njegovi troškovi daleko nadmašiti njegovu korist. Tomislavov trg time i dalje ostaje »zatvoreno područje«, i dobro je da to ostane. Dobro je, da se njegova cjelovitost (isključivši od ove položaj spomenika Tomislava na nasilno izvedenom humku) ne želi spajati s novim područjem grada, koje će biti izgrađeno po sasvim drugim gledištima.

Lako si možemo predočiti sliku Tomislavovog trga, koji je u južnom svom dijelu optički zatvoren ogromnim željezničkim nadvožnjakom, po kojem dnevno prolazi stotine vlakova. Optička se ograda ne može odstraniti, a zamišljeni su prolazi daleko predimenzionirani prema sadašnjim kao i budućim potrebama. Očito je, da takva predodžba daje nepovoljnu sliku. Nije li onda bolje, kad već ne postoji mogućnost potpunog otvaranja, da se trg zatvori reprezentativnom zgradom kolodvora umjesto čeličnim ili betonskim stupovima i nosačima te željezničkim vlakovima u pokretu? I s ovog je gledišta opravdano, da kolodvor ostane na mjestu, na kojem se nalazi, i koje se zaista bolje ne može zamisliti.

Projekt P 57 predviđa, da se željeznička pruga na mjestu sadašnjeg Glavnog kolodvora podigne za približno 4,80 m (prema navodima citiranih članaka). Svakako treba u vezi s time istaknuti, da ova visina ne može zadovoljiti javni gradski saobraćaj. Iako zasada nije predviđeno, da ispod toga nadvožnjaka prolazi javni saobraćaj s električnom vučom (tramvaj ili trolejbus), ipak je načelno potrebno da se slobodni otvori nadvožnjaka izvedu s takvim mjerama, da se javni saobraćaj može uvijek provesti bez spuštanja nivelete ceste. Tom zahtjevu treba nadalje udovoljiti s razloga, što će se iste nepovoljne okolnosti pojaviti i na susjednim nadvožnjacima. Već je kod pruge Zapadni—Glavni kolodvor preko Savske ceste ustanovljeno, da je visina nadvožnjaka nedostatna. Najmanja visina 4,50 m za građevine određena je i prijedlogom uredbe za gradnju i pogon vozila i postrojenja gradskog saobraćaja s električnom vučom. Sigurno ne postoji mogućnost da se održi ova najmanja mjera, ako je visina vozne plohe željezničkih tračnica samo 4,80 m iznad razine ceste.

Kraj svih tih gledišta i mišljenja, koja manje ili više odlučno mogu djelovati u budućnosti, važna je činjenica, da gradski saobraćaj, a naročito javni saobraćaj, traži rješenje u pogledu najkraćih veza prema jugu grada. Prema tome ne postoji povoljna mogućnost dugotrajnog čekanja, nakon što se snažno razvija područje južno od željezničke pruge te nakon izgradnje Velesajma i podizanja prostranih naselja južno od Save. Kako obilazni javni putovi mogu štetno djelovati na čitav organizam javnog saobraćaja, a da kod toga naročito i putnici imaju samo štete, najbolje se može uočiti na neispravno položenoj tramvajskoj pruzi u ulici Proleterskih brigada sve do Heinzelove ulice. Ta pruga apsorbira veliki broj vlakova zbog velikih prosječnih putova putnika, sve zato, da putnici znatno većim obilaznim putem mogu doći u grad

ili iz grada nedaleko južno od željezničke pruge. U takvom se nezavidnom položaju upravo sada opet planira tramvajska veza s Velesajmom i naseljem, koje nastaje, obilaznim putem i to, da nepovoljne okolnosti budu još i veće, s dviju strana, sa Savske ceste i Držićeve ulice, a sve to samo zato, jer ne postoji mogućnost izvedbe izravne veze od središta grada do južno od Save. Takve pruge, nepovoljne za saobraćajno poduzeće, a još više za putnike, u stanju su da ugroze ekonomsko poslovanje čitavog saobraćajnog pogona.

Ako se zaista usvoji zamisao premještanja Glavnog kolodvora, onda se više ne može govoriti o praktičnom rješenju pitanja gradskog saobraćaja prema jugu grada u bližoj budućnosti, a takvo je rješenje hitno potrebno.

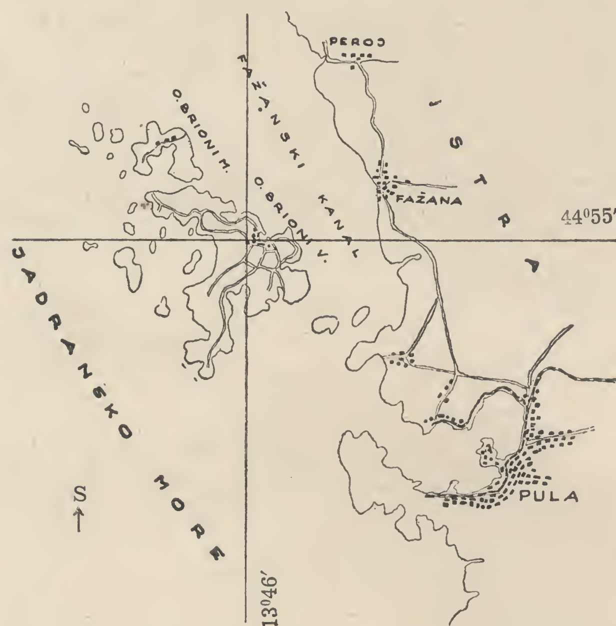
VODOVOD BRIONI

Ing. **Roman Sarnavka** i Ing. **Zorko Domaćinović**, Geoistraživanja, Zagreb

I. Istražni radovi

Općenito

Brionskim otocima nazivamo skupinu od nekoliko otoka, otočića i grebena na sjevernom Jadranu uz jugozapadnu obalu istarskog poluotoka, od koje ih dijeli svega nekoliko metara dubok i oko 2 km širok fažanski kanal. (Vidi sl. 1).



Sl. 1 — Situacija

Najveći od otoka, o kojem je ovdje riječ, ima površinu od 7 km². Nepravilnog je oblika, dobro razuđen s jako istaknutim zatonima, uvalama, grebenima i rtovima. Najveća duljina kopnom iznosi 5,5 km, a širina 2,2 km.

Brionski su otoci morfološki, geografski, geološki i klimatski, sastavni dio svoga zaleđa, istarskog kopna, te su tako i tipičan predstavnik jugoslovenskog krša, koji zaprema više od $1/4$ jugoslovenskog teritorija.

Teren je blago valovit, prekriven relativno debelim slojem crvenice (2—5 m), sa bujnom mediteranskom vegetacijom, pa tako pripada pokrivenom kršu (vidi sl. 2) sa svim poznatim hidrološkim značajkama, pa tako i što se tiče oskudice na vodi.



Sl. 2 — Pokriveni krš Brionskih otoka

Problem vode u kršu nije nov i odavno već zanima geologe, hidrologe, šumare i hidrotehničare. Uz dosada obilnu literaturu i istražni radovi, poduzeti 1951. g., doprinijeli su rješavanju tog tako značajnog problema.

Otok je bio naseljen još za vrijeme Rimljana, pa se iz toga doba na njegovoj istočnoj strani nalazi dosta dubok kopani bunar, koji je sada suh. Malo je vjerojatno, da je on ikada mogao riješiti pitanje vodoopskrbe na otoku, pa je opskrba vodom u to doba bila upućena na cisterne odnosno kišnicu.

U XIX. stoljeću otok je ponovno naseljen, ali nema pouzdanih tragova o načinu snabdijevanja vodom.

Nekadašnji vlasnik otoka Brioni, Paul Kupelwieser, naselio se tu sa svojom obitelji godine 1894. Uveo je gospodarstvo, a od zapuštene šikare započeo uzgajati park-šume, uređivati livade i pašnjake. Donio je na otok raznu divljač, od fazana do jelena, koja se tu izvrsno aklimatizirala.

U vrijeme njegova dolaska otok je bio pun baruština, legla komaraca, koji su raznosili tropsku malariju. Na njemu je bilo svega nekoliko ruševina iz rimskih i venecijanskih vremena, pa je novi vlasnik, inače austrijski čelični magnat, ulagao velike novce, da se tu omogući ljudsko stanovanje.

Za uništenje malarije doveo je profesora Kocha iz Berlina, pod čijim je nadzorom provedena asanacija bara i uništeni su komarci, a za stanovanje i gospodarstvo izgrađen je niz zgrada i uređen predio oko današnje luke na Velom Brionu.

Tako je postepeno od pustog otoka postalo sastajalište otmjenog i bogatog svijeta onog vremena, što je iziskivalo daljnju izgradnju objekata za prenoćišta, prehranu, zabavu i sport.

U nedavnoj prošlosti navodno je bilo pokušaja sa strane bivše Austrije i kasnije Italije, da se bušenjem dođe do vode, ali bez uspjeha. O tim pokušajima nema nikakove dokumentacije niti tragova, pa nije jasno, koji su bili uzroci tim neuspjesima.

Početkom ovog stoljeća izgrađen je na otoku vodovod (vidi kasnije glavu II), koji je vodu dobivao sa kopna podmorskim cijevnim vodom. Taj je vodovod nakon rata posve dotrajao, količine vode su se smanjile, slanost vode je u ljetnim mjesecima vrlo narasla, a voda je postala bljutava i gotovo neupotrebljiva za piće.

Da se riješi pitanje opskrbe vodom, a na temelju zatečenog stanja, postavljen je pred stručnjake zahtjev, da se provedu istražni radovi, ne bi li se ipak bušenjem došlo do vode u većim dubinama i tako osigurala opskrba otoka kvalitetnom pitkom vodom u dostatnoj količini nezavisno od kopna.

U danom trenutku taj se zahtjev činio nepremostivim. Raniji neuspjesi bušenja, stav geologa, koji nisu dopuštali mogućnost akumulacije podzemne vode u debelim naslagama krednih vapnenaca i dolomita, nedostatak iskustava, jednom riječi »bauk« bezvodnosti krša, doveli su čak i do stanovitog otpora protiv preuzimanja tog zadatka.

Stručnjaci Geoistraživanja (tada Geološki Zavod NRH) predložili su, nakon kraćih savjetovanja, da se otoci i bliže zaleđe prvo istraže geološki, da se zatim geofizičkim metodama istraži podzemlje, te da se napokon istražnim bušenjem na veću dubinu dođe do rezultata, koji bi poslužili kao daljnji prijedlozi.

Preuzimanjem tog zadatka preuzeta je istovremeno značajna inicijativa na teoretskom i praktičkom rješavanju hidrologije našeg krša u vezi s opskrbom vodom najsiromašnijeg otočnog područja.

G e o l o g i j a*

Jedina geološka građa brionskih otoka i šireg zaleđa su pravilno i dobro uslojeni cenomanski vapnenci. Kao što je već rečeno, vapnenci su najvećim dijelom pokriveni 1—5 m debelim slojem crvenice, koja mjestimično zalazi mnogo dublje u pukotine i kanale raspucale vapnenačke podloge.

U vapnenoj seriji dolaze izmjenično vapnenci čas u tanjim, čas u debljim pločama, nekad kompaktni ,nekad više brečasti, zatim dolaze gline, pa interkalacije dolomita i dolomitnog vapnenca.

Takva građa se vidi u brojnim otkrivenim slojevima na otoku pa se dobro uočavaju kompaktnost, rijetke međuslojne pukotine i dijaklaze, a ponegdje se vide manji lomovi, praćeni pukotinama, koje su zapunjene crvenicom ili brečastim materijalom.

Analogijom se pretpostavilo, da se i u dubljim slojevima mogu očekivati u vapnencima lećasti ili, manje ili više, kontinuirani dolomitični i dolomitni umeci, također i laporoviti ili vrlo kompaktni i jedri vapnenci, koji u odnosu na cjelinu vapnene raspucale serije mogu predstavljati nepropustan sloj, na kome se može stvoriti suvisli vodonosni horizont. Ipak, geolozi nisu dopustili mogućnost akumulacije većih količina podzemne vode prije 600—800 m. To je značajno zbog toga, što ukazuje na opće gledanje većeg dijela naših stručnjaka geologa o podzemnoj vodi, vodi u suvislim horizontima u našem kršu, a čije su porijeklo rasprave Grund-Katzer iza 1900. g.

Ma da se Grundovi radovi lako apliciraju na inženjersku hidrologiju, Katzer je ostavio više traga, nažalost u nepovoljnom smislu, jer se njegovo gledište odnosi na slučajeve podzemnog tečenja i ne može se generalizirati, što se donedavno uporno činilo.

Postojanje suvislih vodenih horizonata u kršu, i to baš na području Istre, već je dokazao i Lehmann, a svjetska literatura nije nikad od toga pravila pitanje, kako se to kod nas činilo i još uvijek ponekad čini samo na bazi Grund-Katzerovih nesporazuma.

Kasnije je tokom radova istaknuto na bazi rezultata ispitivanja bušenjem, da se takva pretpostavka, odnosno utvrđeno stanje najviše približuju Łozińskovoj teoriji postojanja samostalnih režima podzemne vode u svakom većem krškom području, a što je uslovljeno postojanjem naizmjenično položenih zona vrlo raspucalih, propusnih vapnenaca i zona kompaktnih, manje raspucalih i za vodu nepropusnih.**

Tektonska građa otoka i zaleđa je jednostavna. Blago valoviti slojevi s padom od 2—10^0, plitke sinklinale, možda su razlog posebnih hidroloških uvjeta u odnosu na ostali ogromni prostor jugoslavenskog krša, gdje je tektonika komplicirana i vapnenci su vrlo razlomljeni.

Izvora na otoku nema, a malo je vjerojatno, da se u humusnom pokrovu zadržava voda cijednica vlastitog sliva uz relativno malenu godišnju oborinu.

Godišnja količina oborina u centralnoj Istri, za koju se može pretpostaviti da hrani otoke podzemnom vodom, iznosi preko 1000 mm.

G e o f i z i k a***

Geofizička mjerenja započeta su nakon što je prvom istražnom bušotinom otkriven vodonosni horizont na 55 m dubine od razine tla (aps. kota 50,23 m n. m.).

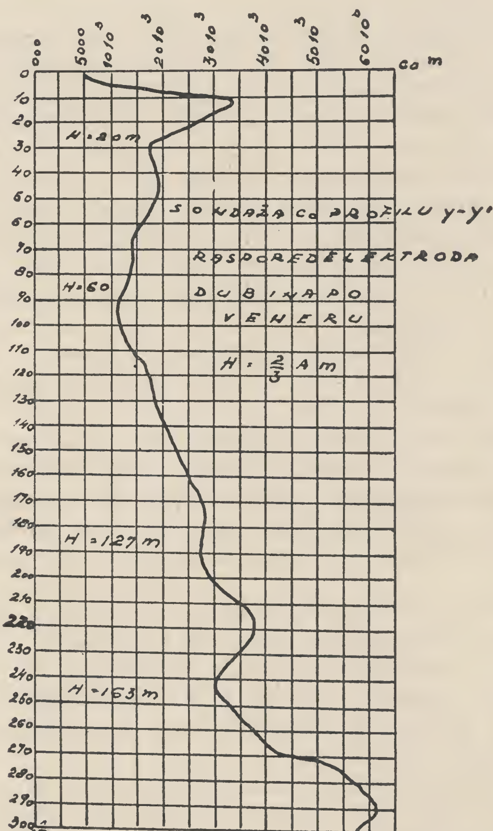
---

* Geološki pregled po prof. Ivanu Crnolatcu i dru. Branislavu Milovanoviću.

**R. Sarnavka, Otvaranje vodenih horizonata na Brionskim otocima, Geološki vjesnik 1948/50.

*** Geofizički radovi, po Ing. Drag. Stefanoviću.

Mjerenja su vršena po metodi prividnog specifičnog otpora s Venerovim rasporedom elektroda i po metodi Turam.



Sl. 3 — Dijagram specifičnog otpora na lokaciji B-2

Geofizička mjerenja obavljena su na području od cca 0,3 km², na polju, koje leži uz sjeverni rub centralnog dijela otoka, a na čijem je južnom rubu, gotovo po sredini, izbušena prva bušotina B-1. Od mora ga rastavlja relativno uski i niski greben, a otvoreno je prema moru samo na sjeveroistočnoj strani, odakle se uskom dolinom cca 200 m dugom spušta sve do mora.

Rezultati su postignuti samo kod rada prvom metodom. Na istražnoj geoelektričkoj sondi Co u profilu Y—Y', koja je izvedena s razmakom elektroda a = 360 m, dijagram prividnog specifičnog otpora (vidi sl. 3) pokazao je četiri područja, na kojima je prividni sepcifični otpor manji. Ta su područja za a = 30, 90, 195 i 245 m, što odgovara dubinama u tlu od 20, 60, 130 i 160 m. To smanjivanje prividnog specifičnog otpora uz rezultat mehaničkog bušenja bušotine B-1 pripisano je uticaju zona veće raspucanosti vapnenaca ispunjenih vodom. Slojevi na 20 i 140 m odbacuju se (druge sonde nisu pokazale isti rezultat), a kao interesantni tretiraju se dalje samo slojevi sa a = 90 i 245 m, odnosno na dubini od 60 i 160 m.

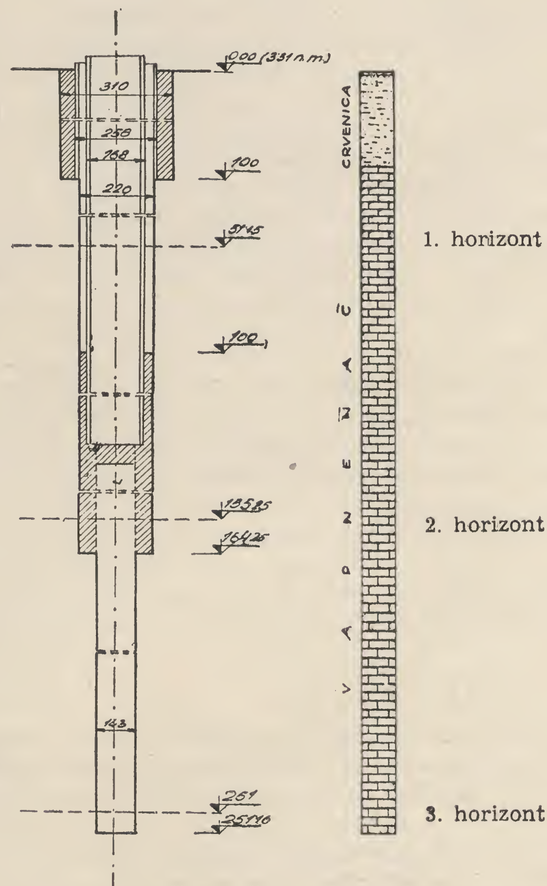
Kartiranje po profilu Y—Y' za a = 90 i 240 m sa još nekoliko sondiranja potvrdili su gornji rezultat i ukazali na postojanje šireg pojasa s relativno manjim specifičnim otporom.

Ti rezultati su uvjetovali lokaciju druge bušotine, B-2 na samoj točki Co.

Udaljenost sonde Co na profilu Y—Y' od prve bušotine B-1 (vidi sliku 9) iznosi oko 100 m.

Bušenje

Kako je već rečeno, na temelju geoloških pretpostavki locirana je bušotina B-1 (vidi sliku 9), a kasnije na temelju geofizičkog ispitivanja i bušotina B-2. S obzirom na postignute rezultate sa ove dvije bušotine i na razmatranja tokom radova (spomenuta poredba s Łozińskim) locirane su bušotine B-3, B-4 i B-5 lepezasto na udaljenosti cca 500 m od bušotina B-1 i B-2 u smjeru I-JI-J. Dok su bušotine B-3 i B-4 bile veoma povoljne što se tiče količina, dotle je bušotina B-5 pokazivala bitno odstupanje prema ranije izvedenim: znatna raspucalost uslovila je velike gubitke isplake, česte i skupe cementacije, salinitet vode je naizmjenično rastao i padao, a prvi vodonosni sloj je bio znatno dublji.



Sl. 4 — Tehnički profil bušotine B-2

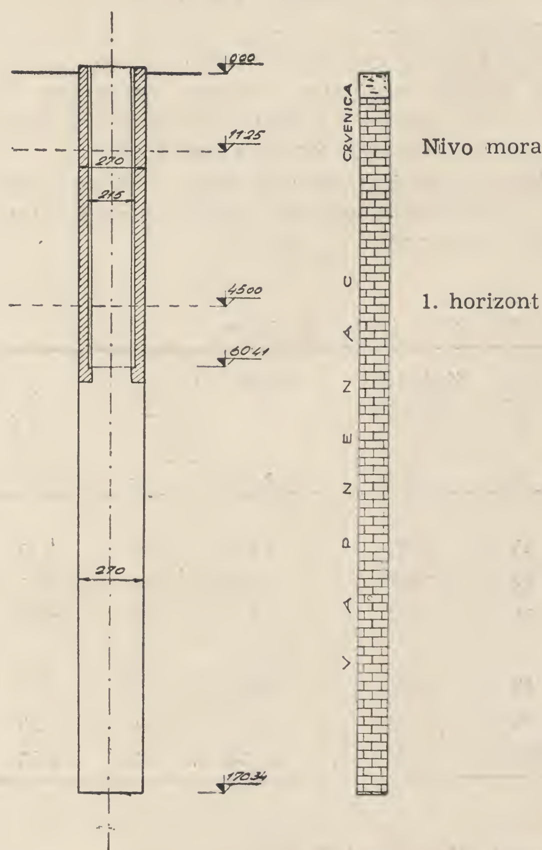
Iz tih razloga je ta bušotina shvaćena kao eksperimentalna i izvedena je do 350,84 m, ali bez nekih značajnijih promjena u odnosu na ostale bušotine.

Bušotina B-4 naišla je na kavernu, kroz koju su velike količine slatke vode dolazile u direktan

kontakt s morem, a zbog jakog zarušavanja nije bilo moguće provesti izolaciju, pa je bušotina morala biti napuštena.

Bušotine B-6, B-7 i B-8 locirane su onda u blizini bušotina B-1 i B-2 (međusobni razmak 100—200 m), jer se držalo da je to područje s povoljnijim uvjetima za koncentraciju podzemnih voda i za njihovu eksploataciju.

S obzirom na geološku pretpostavku, da se prve veće količine vode mogu očekivati na velikoj dubini (600 do 800 m) i s obzirom na tvrdoću supstancije kroz koju se trebalo bušiti, određeno je bušenje garniturom Massarrenti.



Sl. 5 — Tehnički profil bušotine B-8

Tehničke karakteristike: Kapacitet 700 m, snaga motora 80 KS, pumpa 500 l/min, visina tornja od Rotary stola 18 m, nosivost tornja 50 t, broj okretaja Rotary stola 50/min, brzina izvlačenja 0,25—1,1 m/sec; opterećenja pri bušenju: četvrtasta šipka 500 kg i bušačke šipke API 3,5" — 15,27 kg/m. Bušilo se kolutičastim dlijetima ∅ 310, 220 i 143 mm. Za isplaku upotrebljena je isključivo morska voda.

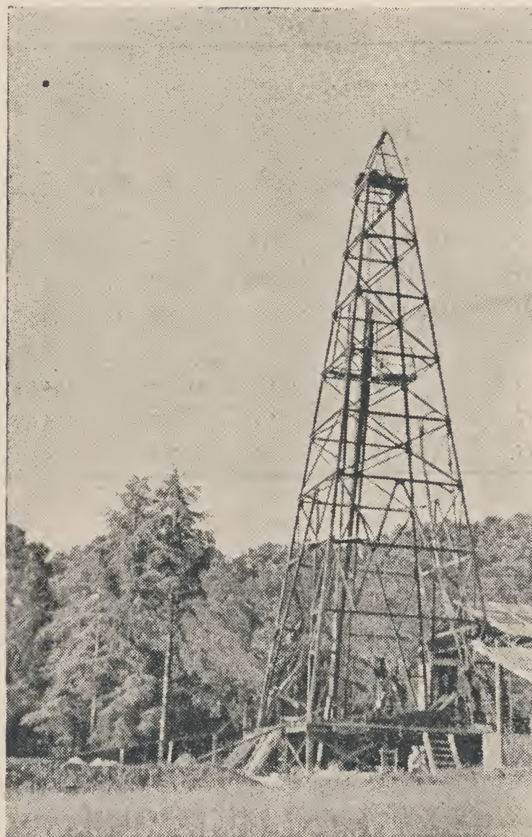
Geološki profil vidi se iz sl. 4 i 5, koje prikazuju bušotine B-2 i B-8, a koji se s neznatnim razlikama ponavlja kod svake bušotine i odgovara geološkim pretpostavkama.

Prosječno napredovanje u bušenju (za dubine preko 50 m) iznosilo je oko 15 m za 24 sata. (Do 50 m zbog malog opterećenja učinak je slabiji). Pojava vode određivana je porastom vode u isplačnom basenu, razrijeđenjem isplake i kašikovanjem u zoni predviđenih dubina.

Veći gubici isplake konstatirani su samo u površinskim slojevima (do 50 m).

Tim podacima obilježena je uglavnom i metoda rada: bušiti maksimalnim efektom do prve pojave vode. Cementacijom ukloniti eventualne veće gubitke isplake i eventualne prodore mora; izvršiti kemijsku analizu na salinitet i tvrdoću, provesti pokusno crpljenje — kašikovanjem i, u slučaju pozitivnog rezultata, zacijeviti i cementirati bušotinu do potrebne dubine. Nakon toga, prema prilikama ,nastaviti bušenje manjim profilom do drugog vodonosnog horizonta ili obustaviti rad.

Na taj način utvrđena su 3 vodonosna sloja, i to na dubinama od 50, 150 i 250 m ispod razine mora. Ti se horizonti mogu smatrati suvislim bez obzira na lokalne razlike, jer se nije moglo precizno odrediti, gdje počinje odgovarajući horizont vode, odnosno na kojoj dubini je akumulirana voda dostigla količinu za prihvatljivu eksploataciju (prihvaćeno q = 0,3 — 0,5 l/sec.), niti je to sa gledišta tehnike rada bilo nužno.



Sl. 6 — Bušilica u radu

Većina bušotina eksploatira samo prva dva horizonta kao obilnije, a samo iz B-2 i B-5 iskorištava se i treći horizont, koji je na B-2 arteški, što je zanimljiv slučaj i vjerovatno jedini u jugoslavenskom kršu.

Kapacitet je ispitivan kašikovanjem. a kasnije mamut crpkom. Rezultati kašikovanja bušotine B-2 prikazani su u tablici I i II.

Upoređenje vrijednosti kapaciteta dobivenog kašikovanjem s rezultatima postignutima mamut pumpom pokazaje neznatne razlike.

Rezultati bušenja premašili su očekivanje geologa, a dobro se poklapaju na području izvršenih mjerenja, odnosno na području lokacija B-1, B-2, B-6, B-7 i B-8, s rezultatima geofizičkih istraživanja.

Teoretski su oni opravdali hidrološke pretpostavke o mogućnosti postojanja suvislih vodonosnih horizonata u kršu, približili su se u koncepciji ranijim traženjima Grunda, Łozińskog i Lehmanna i otvorili put za nova ogromna područja rada u jugoslavenskom kršu.

Tehnički profil bušotine B-8 dan je u sl. 5. On se gotovo ne razlikuje od bušotina B-6 i B-7.

U tablici III prikazane su paralelno karakteristike svih bušotina; iz njih se jasno mogu izvući zaključci i na temelju usporedbe stvoriti sud stvoren dosadašnjim razmatranjem.

U rubrici »dinamički nivo« vrijednosti se odnose na sniženje vodostaja prilikom kašikovanja. Za vrijeme crpljenja mamut crpkom održavan je dinamički nivo, isti za sve bušotine, kako će se kasnije vidjeti.

Što se tiče saliniteta pojedinih bušotina, koji je osobito važna komponenta, vidi se, da vrijednost varira od 120 (buš. B-2) do 350 mg Cl'/l (buš. B-5), osim kod bušotine B-4, gdje je tokom rada prodrlo more, kako je već naprijed spomenuto.

Analize je radio Higijenski zavod u Puli. Vrijednosti u tablici potječu od uzoraka za vrijeme kašikovanja. U toj je fazi na svakoj bušotini uzeto preko 10 analiza i one su pokazale male diferencije — u tablici su unešene maksimalne vrijednosti.

Karakteristične su i male razlike u vrijednostima kapaciteta dobivenih kašikovanjem i crpljenjem mamut sisaljkom. Manje vrijednosti kod crpljenja su logične s obzirom na to, da su odmah primijenjeni zahtjevi stalne eksploatacije.

Kako je količina voda iz sedam bušotina zadovoljila postavljene zahtjeve, prišlo se eksploataciji i izradi vodovoda.

TABLICA I

TABLICA KAŠIKOVANJA BUŠOTINE B-2 KOD DUBINE 164 m

Datum	Kašikovano sati	t min.	q l	Dubina bušotine m	Stat. nivo m	Din. nivo m	Kubatura bušotine l	Pritok q-v l	q l/min	q l/sek.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1951										
31. V.	10—12,35	155	6 300	164,25	10	50	1500	4 800	31	0,49
1. VI.	16—19	180	9 000	164,25	(10)	42	1220	7 780	43	0,71
2. VI.	7,30—13	330	12 300	164,25	(10)	35	950	11 350	34	0,57
7. VI.	15,15—	—	—	164,25	1	—	—	—	—	—
8. VI.	—15,15	1440	77 800	164,25	—	48	1900	75 900	52,5	0,86
13. VI.	7,30—8,30	60	5 500	164,25	2	30	1170	4 330	72	1,20
14. VI.	8,10—10,10	120	7 700	164,25	2	31	1200	6 500	54	0,90

TABLICA II

TABLICA KAŠIKOVANJA BUŠOTINE B-2 KOD DUBINE 251 m

Datum	t min.	q l	Dubina bušotine m	Stat. nivo m	Din. nivo m	Kubatura bušotine l	Pritok q-v l	q l/min	q l/sek.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14. VII.	120	4 500	251,16	—	50	1100	3 400	28	0,46
—	720	24 200	251,16	—	50	1100	23 100	32	0,53
15. VII.	630	20 000	251,16	—	50	1100	18 900	30	0,49
17. VII.	900	16 000	251,16	—	85	1900	14 100	16	0,25
18. VII.	960	23 900	251,16	—	88	2000	21 900	22	0,35
19. VII.	960	25 900	251,16	—	70	1600	24 300	25	0,41
20. VII.	960	16 500	251,16	—	75	1700	14 800	15	0,24
21. VII.	960	32 100	251,16	—	80	1800	30 300	32	0,53
22. VII.	960	23 500	251,16	—	65	1500	22 000	23	0,38

TABLICA III. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE IZVEDENIH BUŠOTINA

Bušotina	Dubina bušotine m	Φ bušenja mm	Dubina bušenja m	Φ zacjevljenja mm	Dubina zacjevljenja m	Vodonosni sloj m	Statički nivo m	Kapacitet kašikovanja Q l/sek	Kapacitet mamut pumpom Q l/sek	Dinamički nivo m	Nadmorska visina m	Salinitet mg Cl/l	Tvrdoća Nj°	Temperature C°
B-1	190,15	310 220	77 190,15	DIN 267	40,15	57 151	8,00	0,80	0,65	78,00	4,77	180	10,9	15
B-2	251,16	310 220 143	12 164,25 251,16	DIN 267 API 168	12,00 150,00	51 155 250	1,50	0,70	0,55	68,00	3,31	120	8,1	16,5
B-3	179,39	310 220	26,40 179,39	API 244	25,80	66 121 165	4,70	0,93	1,56*	80,00	8,51	278	14,6	15,5
B-4**	72,40	310 220	38,60 72,40	API 244	32,63	—	1,50	—	5,00	20,00	—	1509	17,1	—
B-5	350,84	310 220 143	55,00 180,00 350,84	API 244 API 168	50,85 180,00	94 195 265	20,00	0,75	0,40	18,00	8,57	350	9,0	17,5
B-6	160,05	310 280	16,59 160,05	DIN 217	58,96	60 160	7,00	1,08	0,80	80,0	3,5	227	15,1	17,5
B-7	160,07	280 270	44,08 160,07	DIN 216 DIN 203	41,28 55,98	62 160	14,90	1,80	0,80	27,0	—	250	—	17,5
B-8	170,34	270	170,39	DIN 216	60,41	65 163	4,25	1,05	1,00	45,0	—	152	—	—

* Kapacitet smanjen u eksploataciji na 0,7 zbog nošenja pijeska

** Bušotina napuštena zbog prodora mora

Sve vrijednosti osim nadmorske visine računate na bazi kote terena 0,00

II. Projekt eksploatacije

Povijest opskrbe vodom u nedavnoj prošlosti

U uvodu je spomenuto, da je prvi vodovod na otoku položen početkom ovog stoljeća. Razvoj otoka, koji je za kratko vrijeme od pustoši postao svjetsko mondeno prebivalište tokom cijele godine, iziskivao je sve veće potrebe, tako da se sa cisterna i otvorenih bara moralo prijeći na suvremenu opskrbu vodom.

1906. g. položen je prvi podmorski cijevni vod kroz fažanski kanal, dužine 2000 m. Ovim vodom dovodila se voda iz vodovodnog sistema u Carpi-u, koji je sastavni dio pulskog vodovoda a snabdijeva naselja Galežanu, Vodnjan i Fažanu.

Voda za taj sistem dobiva se iz bunara dubokog 54 m, čija izdašnost iznosi maksimalno 500—700 m^3/dan, a treba da snabdijeva blizu 10.000 stanovnika. Kapacitet mu je znatno premalen za tu potrebu, to više što se u ljetnim mjesecima voda zaslanjuje, kad joj nivo padne ispod razine mora. Priključenje Briona bilo je daljni teret tom već i tako preopterećenom vodovodnom sistemu.

Spomenuti podmorski cijevni vod bio je izveden od čeličnih Manesmann cijevi Φ 100 mm, a ležao je na morskom dnu. Spojevi su bili na kolčak s narezom. Izolacija je bila asfalt s jutom. Tokom godina taj je cijevni vod propao od korozije, pa kad je poslije Prvog svjetskog rata talijanska država preuzela otok, problem vode postao je opet akutan, to više, što je u to vrijeme otok već postao daleko poznato stjecište mondenog svijeta iz najviših i najbogatijih evropskih krugova. Toga radi je u godini 1937 napušten stari vod ispod mora i postavljen novi, opet vezan na isti sistem vodovoda u Carpi-u. I ovog puta upotrebljene su Manesmann čelične cijevi, ali Φ 125 mm. Izolirane su asfaltom, koji je zaštićen azbest-cementnim plaštem, proizvodom tvornice Dalmine kod Milana. Cijevi su spajane kolčacima na navoj, a na svakih 50 metara bio je normalni duboki kolčak brtvljen olovnom vunom. To brtvljenje su obavljali ronioci ispod mora. Takvih spojeva bilo je na cijeloj dužini 45 komada. Odsječci po 50 m bili su dobro izolirani, jer je izolacija preko spojeva načinjena izvan vode, dok su spojevi sa olovom bili slaba strana cijelog cijevnog voda, jer im je izolacija pravljena naknadno, i to pod morem, a kako to nije moglo biti ispravno izvedeno, nastupilo je brzo korodiranje cijevi na tim mjestima.

Vjerojatno zbog mogućnosti revidiranja tih spojeva, cijevni vod nije bio postavljen na morsko dno, čija je maksimalna dubina u kanalu oko 16 metara, već je bio obješen na betonskim stupovima u visini cca 1 m iznad dna. Stupovi su bili na razmaku od 15 m. S jedne strane svakog stupa nalazila se željezna konsola, na kojoj je pomoću vijka za reguliranje bio obješen željezni pojas, koji je držao cijev. Samo u plićini s jedne i druge strane kanala cijev je bila položena na dno i zabetonirana.

Kako u kanalu ima dosta podmorskih struja, cijela se cijev njihala. Posljedica toga njihanja bila je, da su se spojevi s olovom, na svakih 50 m, brzo rasklimali i propuštali vodu. Navodno je već kod polaganja cijevi bilo predviđeno, da će se ti kolčaci morati kontrolirati pomoću ronilaca svakih 6 mjeseci. Te se kontrole nisu vršile redovito, pa su gubici u cijevnom vodu znali doseći i preko 80%. Nakon svake kontrole i popravka stanje se popravilo, ali su se kolčaci ubrzo ponovno razgibali i curenje postalo jače.

Nastavno na podmorski cijevni vod na otoku je bila razgranata opskrbna mreža dužine oko 3000 m, pretežno iz livenih željeznih cijevi ϕ 100 mm. Ta mreža je bila vezana na nadzemni rezervoar sadržine 300 m³, na koti svega 25 m n. m. Osim toga je taj rezervoar smješten ekscentrično od mjesta potrošnje. Udaljeniji objekti i veće zgrade morale su se, zbog premalog tlaka, snabdijevati preko prepumpnih uređaja.

Sva mreža bila je u vrlo lošem stanju, jer nije bila uzdržavana, pa je veći dio vode oticao u teren. Ratna zbivanja u Drugom svjetskom ratu i okupacijske vojske znatno su doprinijeli lošem stanju vodovodnih uređaja na otoku.

Kako su poslije oslobođenja brionski otoci, kao nacionalni park, dobili naročito značenje, to je rješenje problema opskrbe vodom moralo biti postavljeno u primarni plan.

Rekonstrukcije starog vodovoda i novi radovi

Za rješenje opskrbe vodom bilo je moguće predložiti nekoliko varijanata i to:

1. Kaptaža bunara »Klobuk« kod Peroja, za koji su postojali podaci o pokusnom pumpanju iz god. 1923., kada je stalno crpljena količina od cca 500 m³/dan uz sniženje vodostaja od svega 37 cm. Saliniteta praktično nije bilo. Osim toga, taj je bunar bio eksploatiran i od austrougarske vojske u godini 1915. i 1916., kada su se iz njega snabdijevale jedinice u Barbarigi.

To rješenje iziskivalo je znatnije radove s duljim vremenskim rokom, jer je trebalo izvesti: uređenje kaptaže, odnosno gradnju novog bunara dubine preko 30 metara, gradnju strojarnice sa dovodom električne struje, gradnju rezervoara na kopnu i cijevnog voda od bunara kroz Peroj do Fažane i, konačno, rekonstrukciju podmorskog cijevnog voda.

Prednost je tog rješenja, da se uzima sigurna voda, a usput se snabdijeva selo Peroj i poboljšava opskrba Fažane.

2. Provesti duboka bušenja na podzemnu vodu na samom otoku, koja bi trebala osigurati traženu potrebnu količinu od oko 360 m³ na dan, odnosno dotok od 4,5 do 5,0 l/sek.

To rješenje predstavljalo je pionirski rad oko otkrivanja vode na otocima u kršu; uza svu neizvjesnost za uspjeh, rezultati istraživanja bili bi od neprocjenjive vrijednosti za mogućnost da se riješi pitanje opskrbe vodom i ostalih otoka u Jadranu.

U slučaju uspjeha to rješenje ima veliku prednost, da je opskrba otoka neovisna o podmorskom cijevnom vodu.

3. Čekati s konačnim rješenjem na izgradnju grupnog vodovoda iz doline Raše, kojim se prema planu Istarskog vodovoda imala u potpunosti riješiti opskrba Pule i okolice.

I kod toga rješenja imao se izgraditi međurezervoar na kopnu, cijevni vodovi do Fažanskog kanala, te rekonstrukcija podmorskog cijevnog voda.

U ono doba se nije na tu gradnju još u skoroj budućnosti pomišljalo.

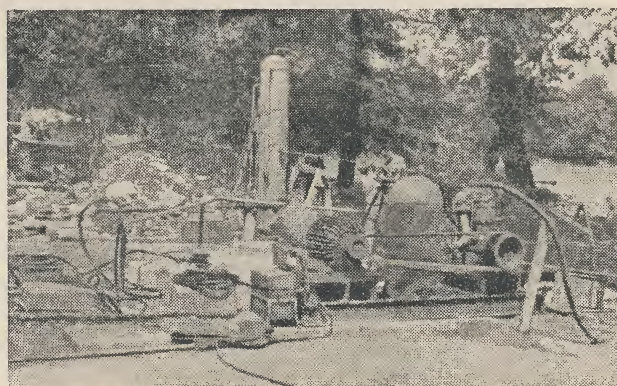
Kod sva tri moguća rješenja trebalo se odmah pristupiti rekonstrukciji mreže na otoku i osiguranju dovoljnog rezervoarskog prostora na višoj koti, kako bi svi objekti bili pravilno snabdjeveni.

Imajući u vidu veliku važnost istražnih radova za iznalaženje pitke vode na našim bezvodnim otocima, rješeno je, da se prvo provedu geološka i geofizička ispitivanja, a zatim pokusna bušenja na otoku, pa ukoliko ti rezultati budu pozitivni, da se provede opskrba prema alternativi 2, s time, da se kasnije još uvijek može, za slučaj porasta potreba, provesti rješenje po kojoj od druge dvije alternative.

Nakon nalaženja vode već u prvoj bušotini, početkom 1951. god., pristupilo se projektiranju za rekonstrukciju vodovodne mreže i gradnju novih rezervoara, s time, da se iskorišćuje voda, koja dolazi s kopna podmorskim cijevnim vodom, a da se bušotine priključuju u pogon postepeno, kako koja bude završena i ispitana.

Sa gradnjom započeto je iste godine.

Paralelno sa gradnjom rekonstrukcije i dopune vodovoda na otoku napredovalo se sa bušenjem, koje je davalo dobre rezultate. Bušotine su nakon dovršetka svake ispitivane dugotrajnim pumpanjem mamut pumpama, pa su uzimane probe vode za kemijska i bakteriološka ispitivanja, naročito što se tiče saliniteta.



Sl. 7 — Pokusno crpljenje kompresorom

Za vrijeme tog rada snabdijevanje otoka vodom se i nadalje vršilo podmorskim cijevnim vodom iz Fažane. Količina tako dobavljene vode bila je sve



Sl. 8 — Sabirni rezervoar u gradnji

manja i manja, a dobava neredovita, jer osim propuštanja cijevi ispod mora i na otoku, zbog suše je malaksao i kapacitet bunara u Carpi-u. Na otoku se potrošnja dnevno povećavala uslijed pridolaska novih stanovnika i velike potrebe vode za uređivanje novih sadnica. Voda se zatvarala i davala na mahove u određene satove. Pritok sa fažanske strane pao je ispod 200 m³ na dan, pa se za piće i polijevanje davala voda i iz pojedinih bušotina, na kojima se vršilo probno crpljenje.

Na slici 7 vidi se takav provizorni pogon na bušotini 1, iz koje se vrši provizorno crpanje kompresorom putem mamut pumpe, voda se sabire u vertikalno postavljeni kotao, a iz ovog se putem normalne horizontalne pumpe prebacuje u dovršenu komoru visokog rezervoara, odakle se razvodi u mrežu.

Takvo pumpanje bilo je u stvari pokus i za definitivno rješenje pogona, pa je izvedba i projektirana na ovaj način:

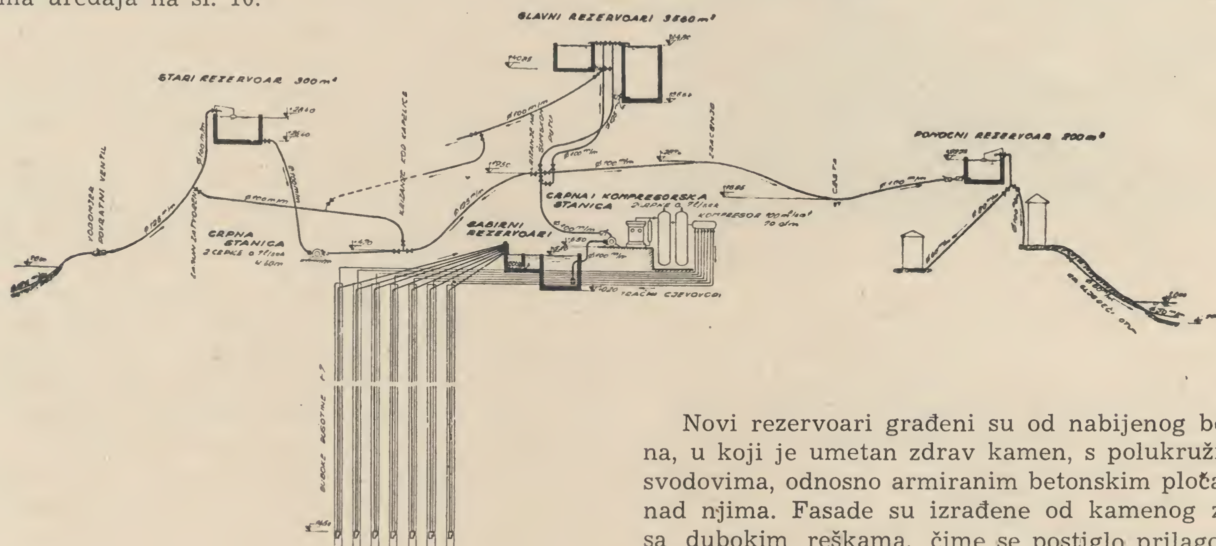
U centralnoj strojarnici, koja je izgrađena u blizini glavnih bušotina, smješten je kompresor za tlačenje zraka na 20 atmosfera. Od kompresora vode cijevni vodovi za zrak od čeličnih cijevi ∅ 1½ do ½" do mamut pumpi, smještenih u bušotinama na dubinama poprečno 145 m. Stupac vode kod statičkog nivoa je prema tome cca 140—143 metra nad pumpama. Dinamički nivo za vrijeme rada padne u svim bušotinama za oko 70 metara.

Sl. 9 — Situacija vodovoda

Od mamut pumpe voda se vodi tlačnim cijevima, uglavnom ∅ 2", u sabirni rezervoar, smješten uz glavne bušotine, nedaleko od glavne strojarnice.

Taj sabirni rezervoar projektiran je sa dvije komore okruglog tlocrta i dubine vode 5,00 m, pa svaka komora sadrži 140 m³ vode, odnosno zajedno 280 m³.

Situacija vodovoda prikazana je na sl. 9, a shema uređaja na sl. 10.



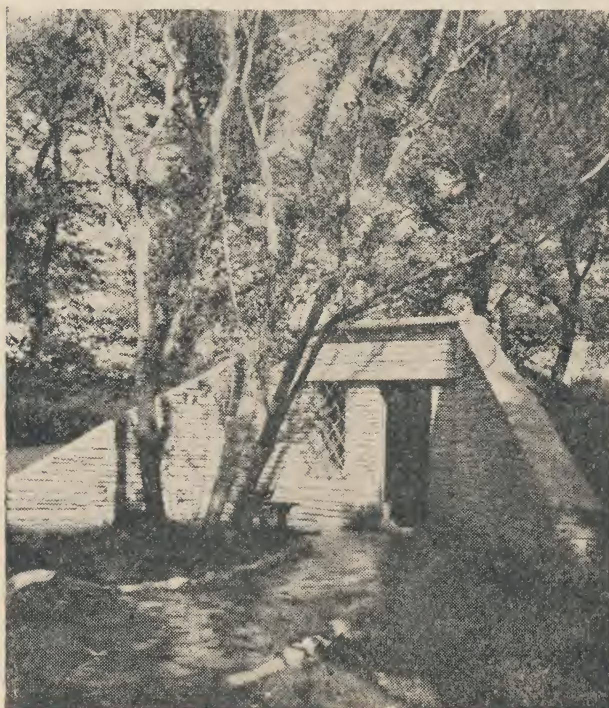
Sl. 10 — Shema vodovoda

Dvije centrifugalne pumpe, smještene u glavnoj strojarnici, svaka s kapacitetom 5 l/sek i visinom dizanja 50 m, crpu vodu iz sabirnog rezervoara i tlače u mrežu, odnosno u rezervoare, od kojih je glavni na koti +44,80 m n. m., sadržine oko 3560 m³. Ti su rezervoari dobiveni adaptacijom jednog starog objekta.

Za objekte smještene na drugom kraju otoka i za snabdijevanje podmorskog cijevnog voda, koji se polagao od olovnih cijevi na susjedni otočić, izgrađen je pomoćni rezervoar sadržine 200 m³, na koti +22,20 m n. m.

Novi rezervoari građeni su od nabijenog betona, u koji je umetan zdrav kamen, s polukružnim svodovima, odnosno armiranim betonskim pločama nad njima. Fasade su izrađene od kamenog zida sa dubokim reškama, čime se postiglo prilagođavanje ambijentu.

Na sl. 8. vidi se faza izgradnje sabirnog rezervoara za prihvat vode pumpane iz bušotine. Kako ta voda dolazi u jakim mlazovima puna zraka,



Sl. 11 — Pogled na završeni sabirni rezervoar



Sl. 12 — Ulaz vode u komoru za umirenje

predviđene su između oba rezervoarska prostora dvije komore, i to jedna za umirenje, a druga za odrzračivanje vode.

Stara vodovodna mreža na izgrađenom dijelu otoka od livenih željeznih cijevi morala je biti većim dijelom obnovljena, zbog vrlo lošeg stanja. Nova glavna mreža izrađena je uglavnom od centrifugiranih livenih željeznih cijevi. Tlačni vodovi od pumpi su čelične cijevi, a ogranci za poljoprivrednu upotrebu i napajanje divljači su od azbestcementa. Profili novo ugrađenih cijevi su između Ø 125 i 25 mm, a ukupna ugrađena dužina novih vodova je preko 6000 m.

Da bi se mogla iskoristiti voda, koja dolazi u postojeći rezervoar s kopnene strane starim cijevnim vodom i s nedovoljnim tlakom, morala se izgraditi pomoćna strojarnica za dvije centrifugalne pumpe, koje su prebacivale vodu iz starog rezervoara u nove visoke rezrvoare i u mrežu.

Kompletno izgrađeni vodovod prema ovome projektu pušten je u pogon 1953. godine.

Bušotine u pogonu su davale:

Bušotina	B-1 (B-1)	6,65	l/sek
„	B-2 (B-2)	0,55	„
„	B-3 (B-6)	1,30	„
„	B-5 (B-5)	0,40	„
„	B-6 (B-3)	0,70	„
„	B-7 (B-4)	0,80	„
„	B-8 (B-7)	1,00	„
Ukupno:		5,40	l/sek ili 466 m³/dan

Oznake u zagradama označuju bušotine po oznakama kod eksploatacije.

Stari vodovod s kopna davao je dnevno nešto više od 250 m³ na dan (nakon ponovnog popravka podmorskog cijevnog voda), pa je ukupno bilo na raspolaganju oko 716 m³/dan, što je bitno premašilo prvobitno postavljeni zahtjev od oko 360 m³/dan.

U međuvremenu, dok se izgrađivao vodovod, znatno su rasle i potrebe vode na otoku, čemu je bio uzrok gradnja novih hotela, a naročito veliko proširenje poljoprivrednih površina, koje su sa natapanjem davale nevjerojatno dobre i bogate plodove, pa se potreba vode brzo popela preko 1000 m³/dan.



Sl. 13 — Spomenik vodi u kršu na arteškoj bušotini B-2 (Prema zamisli arh. Freudenreicha)

Radi toga moralo se pomišljati na daljnje proširenje vodovoda, pa je donesena odluka, da se izvede kaptaža bunara »Klobuk« (Vela voda) kod Peroja i spoji na već postojeći brionski sistem. Kod toga se taj sistem odvaja od dosadašnjeg vodovoda iz Carpi-a, pa se time oslobađa dosadašnji brionski potrošak za ionako deficitna naselja Vodnjan, Galežanu i Fažanu. Selo Peroj, dosada posvema neopskrbljeno, postaje konsument novog vodovoda Peroj—Fažana—Brioni.

Predradnje i projekat za tu gradnju načinjeni su u 1953. god., kad su i započeti radovi i izvršena pokusna pumpanja.

Tokom 1954. god. dovršena je gradnja i vodovod pušten u pogon. Naredne godine izmijenjen je konačno i podmorski cijevni vod. Taj, treći po redu, cijevni vod u fažanskom kanalu izveden je po staroj trasi od domaćih čeličnih cijevi, produkcije Sisak, s izolacijom, koju je izvelo domaće poduzeće. Promjer cijevi je Ø 150 mm.

Za vodovod Peroj—Fažana—Brioni izvedeni su ovi glavni radovi:

Kraj postojeće prirodne spilje-bunara izveden je vertikalni kopani bunar Ø 3,00 m dubine oko 33 m, tako da je svojim donjim dijelom ušao u podzemnu galeriju, u kojoj se nalazi cca 3,50 m vode, koja je u mirnom stanju polovinom iznad morske razine. Bunar je sav u kamenu, ali je izveden ručno, bez miniranja.

Nad bunarom je strojarnica, sa dvije vertikalne pumpe, kapaciteta svaka 8 l/sek, koje su jedna drugoj rezerva, a koje tlače vodu u rezervoar »Magornja« na koti 64,50 m n. m. Sadržina mu je 1100 m³, što predstavlja jednodnevnu količinu vode, koja se može pumpati iz bunara. Visina rezervoara odabrana je tako, da voda iz njega može gravitacijom dospjeti u visoki rezervoar na Brionima na koti 44,80 m n. m.

Glavni cijevni vod je Ø 150 mm, i to tlačni dio 1730 m od livenih željeznih cijevi, a gravitacioni dio 3300 m do mora od azbest-cementnih cijevi. Ogranak za selo Peroj je Ø 80 i 50 mm.

Iako se ovim vodovodom dobilo kod sušnih vremena još oko 500 do 600 m³ vode na Brione, što je uz vodu iz bušotina iznosilo oko 1000 m³/dan, ipak se danas već opet osjeća nestašica vode, pa će se u konačnici morati provesti još i treća predviđena alternativa, t. j. spajanje na novi vodovod, koji se upravo započinje graditi za Pulu iz izvora doline Raše.

III. Zaključak

Nakon što je 1953. god. pušten u pogon vodovod, koji je dobivao vodu iz bušotina, primijećeno je, da su neke bušotine prilično zaslanile.

S obzirom na to, da je u isto vrijeme, kako je rečeno, postavljen novi, znatno veći zahtjev za količine vode, pa se pristupilo izgradnji dopunskog vodovoda Peroj i polaganju novog podmorskog cijevnog voda te, napokon, nakon što je i taj vo-

dovod zaslanio oko 1956. god., pa je opskrba otoka postala kritična u ljetnoj sezoni iste godine, došlo je u jednom dijelu naše stručne javnosti do pitanja o svrsishodnosti poduzetog pothvata uopće.

Međutim, evo što je na stvari:

Do zaslanjivanja došlo je najprije na bušotini B-1, a kasnije na B-3. Na ove dvije bušotine salinitet je prešao 1000 mg Cl'/l. Postepeno je opažan manji porast saliniteta i na ostalim bušotinama.

Prilikom izvedbe bušotine B-1 provalilo je more kroz manju kavernu na 11 m u jakom mlazu. Taj je prodor zatvoren cementom. Tokom vremena moglo se dogoditi, da je zaptivanje popustilo ili da se otvorila još koja kaverna s morem, te je more našlo niz cijevi put u bušotinu. (Crpljenjem nivo vode se snizuje 70 m ispod razine mora).

Na bušotini B-3 još za vrijeme izgradnje primijećeno je, da su cijevi u bušotinama postavljene preplitko. Svega 26,0 m — sve ostale bušotine minimum oko 60 m. Karakteristično je kod te bušotine, da nakon duljeg crpljenja salinitet opada, što upućuje na zaslanjenje u gornjim zonama.

Za ostale bušotine jedini i logični uzrok zaslanjenja je prekomjerna potrošnja. Zbog velikih potreba i stalnog porasta tih potreba crpljena je, i pokraj svih upozorenja, i dvostruka količina vode iz pojedinih bušotina, što je moralo dovesti do polaganog prodiranja mora.

Prekomjerna potrošnja dovela je i do zaslanjenja vodovoda odnosno crpilišta Peroj. Iako je pokusno crpljenje dokazalo maksimalni kapacitet bunara 7,0 l/sec, što je projektant i predvidio kod pogona prilikom kontrole nakon zaslanjenja, ustanovljeno je, da se baš u kritičnim mjesecima od 1956., julu i augustu, crpila upravo dvostruko veća količina vode, t. j. 15 l/sec, što je izazvalo pad nivoa za cca 4,0 m ispod razine mora i neminovno izazvalo prodor mora u bunar.

Funkcioniranje izgrađenih uređaja bilo je uglavnom dobro; međutim, zbog netom spomenutih nepropisnosti nikad nije došlo do normalnog pogona pretpostavljenih objekata. Ne treba ispustiti iz vida još i činjenicu, da se pored sve pažnje i nastojanja nije mogla pregledati i eventualno popraviti postojeća vodovodna mreža razasuta po otoku (nacrta starog vodovoda nema), pa je vjerojatno i to uzrok većih nepoznatih gubitaka.

Na temelju izloženog vidi se, da se nastala oštećenja lako mogu otkloniti saniranjem bušotina B-1 i B-3, za što nema tehničkih poteškoća, i reguliranjem potrošnje, koju pokraj svih potreba treba uskladiti sa ne malenim realnim mogućnostima.

Prema izloženom može se u zaključku ustvrditi, da se u kršu mogu bušenjem privesti suvisli horizonti slatke vode eksploataciji sa zadovoljavajućim uspjehom (na površini otoka od cca 7 km² — 5,4 l/sec vode!).

S druge strane, iskustva stečena na brionskim otocima značila su ogroman doprinos za daljnje zahvate na otocima i obali u kršu, pri čemu su također postignuti vidni uspjesi, i teoretski, i praktički.

O ISKUSTVIMA LABORATORIJSKOG RADA NA IZGRADNJI HE GOJAK

Ing **Milan Kružićević**, Hidroelektra, Zagreb

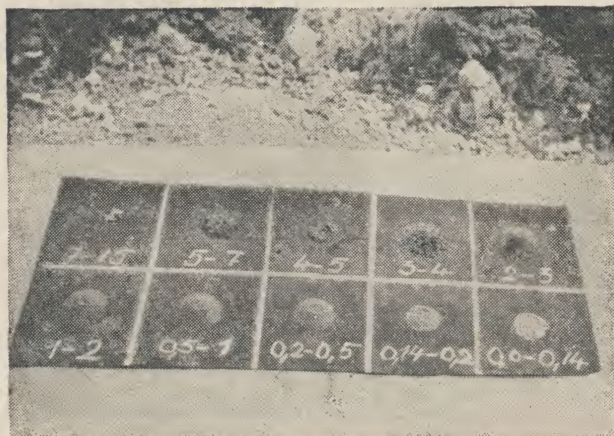
Na gradnji HE Gojak, kod Ogulina, koju izvodi poduzeće Hidroelektra iz Zagreba, osnovan je savremen i dobro opremljen terenski laboratorij. sa sjedištem na jednom od gradilišta, na kome se vrši proizvodnja agregata, dok ostala gradilišta posjeduju sva sredstva za kontrolu i primjenu laboratorijskih uputa.

Svrha tog laboratorija je, da vrši redovitu kontrolu agregata, cementa i betonske obloge. Kontrola kvalitete betonske obloge treba da osigura postizavanje uslova, kojima beton treba da zadovolji. Na gradilištima Sabljaci, Bukovnik i Gojak, gdje se izvode radovi na izgradnji ulaznih uređaja, brane i strojarnice, radi se sa svim markama betona, a kao potvrda kvaliteta treba da služi čvrstoća za pritisak. Na izgradnji dovodnog tunela, osim čvrstoće za pritisak, obloga treba da zadovolji i uslov nepropusnosti za vodu. Maksimalni vodni pritisak na gradilištu Gojak iznosit će u betonskom dijelu tunela cca 3 atm., a kao kriterij nepropusnosti za vodu uzima se otpornost protiv prodiranja vode pod pritiskom od 7 atm nakon četiri dana.

Količina betona, koju treba ugraditi na dužini dovodnog tunela od 9600 m, iznosi cca 77000 m³.

Da se osiguraju dovoljne količine agregata, montirane su savremene drobilane sa separacijama na dva gradilišta, s kapacitetom cca 20 m³/sat.

Agregat se separira u frakcije od 0—7, 7—15, 15—30 i 30—60 (80) mm (sl. 1).



Sl. 1 — Frakcije pijeska 0—7 mm

Za poboljšanje frakcije od 0—7 mm montirani su valjkasti i čekičarski mlinovi, koji drobljenjem ostalih frakcija proizvode frakciju 0—7 mm, s povoljnijim omjerom zrna između 0,5—3 mm, koji su kritični za sastav optimalne granulacije (mogućnost postizavanja gustoće i dobre obrade betona). Utovar proizvedenih frakcija vrši se bagerom u kamione prevrtače-kipere, koji ih odvoze na gradilište perma potrebi (sl. 2).



Sl. 2 — Utovar agregata bagerom

Kontrola kvalitete cementa i njegova upotreba.

Vrše se ova ispitivanja:
ispitivanje normalne konsistencije,
početak i kraj vezivanja,
stalnost zapremine,
prosijavanje,
određivanje specifične težine.

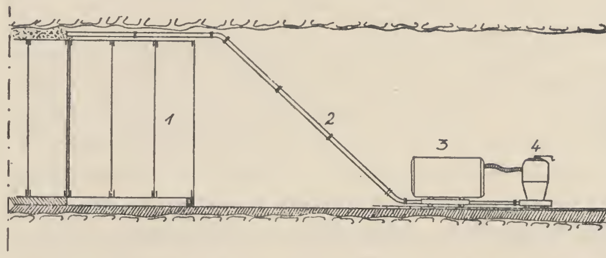
Kako se dnevni utrošak cementa mjeri vagonskim brojkama, treba vršiti savjesnu kontrolu kvalitete. Svaku pošiljku skladištar treba da označi već dogovorenim znakom (najpodesnije brojem) i njen uzorak pošalje laboratoriju, koji ga ispita i uvede pod oznakom u atest ispitivanja. Na gradilišta se upućuje najstarija partija i s oznakom se upoznaje gradilišni skladištar. Ta oznaka pomaže laborantu prigodom uzimanja kocaka. Nijedna partija se ne smije uputiti na gradilište prije nego se ispita, kako bi se zbog eventualno loše kvalitete mogla na vrijeme obustaviti upotreba. O svojstvima cementa (početak i kraj vezivanja) treba na vrijeme upoznati svakog rukovodioca gradilišta, kako bi se izbjeglo ugrađivanje betona, koji je počeo da veže, što je čest slučaj na gradilištima.

Kvalitet vode

Redovito je u upotrebi vodovodna voda, koja ima sve kvalitete za izradu dobrog betona.

Beton

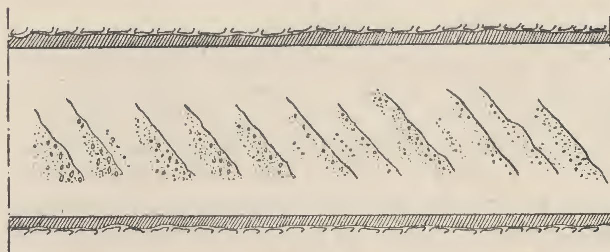
Način betoniranja je dvojak: na dva gradilišta je uvedena tako zvana kofraž metoda. Oplata se sastoji iz više čeličnih prstenova dužine 4 m, a ovi od 5 elemenata, koji se montiraju i demontiraju prema potrebi. Ugrađivanje betona vrši se pneumatskim uređajem t. zv. »topom«.



Sl. 3 — Pneumatski uređaj »top«
1. Čelična oplata - kofraž. — 2. Cijev »topa«. — 3. Rezervoar komprimiranog zraka. — 4. Dozator za beton

Na ostalim gradilištima betoniranje se vrši klasičnom metodom rada. (Čelični remenati s okovanom drvenom oplatom). Ugrađivanje se vrši ručnim pervibratorima. Prigodom izrade betonske mješavine za tunelsku oblogu trebalo je primijeniti jedan kriterij za gradilišta koja rade sa kofraž metodom, a drugi za one, koja rade klasičnom metodom rada.

Naime, prigodom probnog betoniranja na potezu Drenovac—Gojak betonska mješavina je bila sastavljena od četiri frakcije, koje proizvodi drobilana, t. j. upotrebljena je i frakcija 30/60 s prosječnim maksimalnim zrnom 60 mm. (Mali prehvat dosizao je i do zrna veličine 80 mm). Beton takvog granulometrijskog sastava pokazao se je kao nepovoljan. Prigodom izbacivanja betona, cijevi pneumatskog »topa« (sl. 3) često su bile zabrtvljene krupnim zrnima agregata, pa se s betoniranjem povremeno moralo prekidati, što se odražavalo na učinku rada. Nakon izlaska betona iz cijevi u betonskoj masi su nastajale velike segregacije krupnih zrna, što se očitovalo u izraiztim kosim slojevima, nagnutim prema smjeru napredovanja. Zbog toga je ta probna kampada morala biti naknadno konoslidirana.



Sl. 4 — Izgled betonske obloge kod pokusnog betoniranja

Sastav mješavine bio je ponovno podvrgnut detaljnoj laboratorijskoj analizi. Kod toga se naročito vodilo računa o tome, da se izradi betonska mješavina takvog granulometrijskog sastava, da bi se njome uskladio rad »topova« s obradom, a da se istovremeno ne kvari tražena kvaliteta betona.

Nakon dugotrajnih ispitivanja i pokusnog rada s »topom« ustanovljeno je, da četvrtu frakciju agregata, t. j. zrna veća od 30 mm, treba isključiti iz granlometrijskog sastava, a frakciju od 0—7 mm bezuvjetno poboljšati dodatkom sitnih zrna, koja će proizvoditi mlinovi montirani za tu svrhu. Takvom sastavu trebalo je dodati izvjesnu količinu cementa, zbog većeg učešća sitnih frakcija. Nakon izvjesnih izmjena u redu zapunjavanja pojedinih dijelova oplate i načina vibriranja, izvršene su konačne probe s novom betonskom mješavinom. S tom su mješavinom dobiveni dobri rezultati. Segregacija betona je potpuno uklonjena, dobivena je kvalitetna i dobro zatvorena površina obloge, rad s »topom« bio je omogućen bez zastoja, a obradljivost betona postala je vrlo povoljna. I ispitivanja betona na nepropusnost vode i čvrstoću dala su povoljne rezultate. Prosječni mjesečni učinak iznosio je 220—260 m' tunelske obloge, što je svakako novost u izgradnji tunela kod nas.

Kod klasičnog načina betoniranja optimalna granulometrijska krivulja agregata sastavljena je od četiri frakcije, t. j. s maksimalnim zrnom od 60 mm. Takav sastav je omogućen načinom ugradbe betona. Ovdje je minimalni vodocementni faktor odabran sa 0,62, dok je on kod modernog načina rada iznosio 0,65. Obradljivost tog betona bila je povoljna zbog ručnog ugrađivanja.

Kontrola betonske mješavine

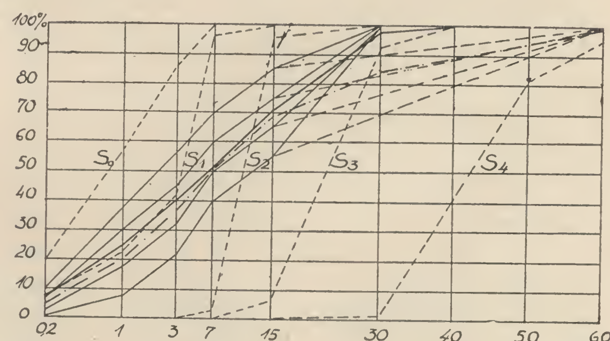
U cilju izrade kvalitetnog betona, koji odgovara laboratorijskim pokusima, uvedena je svakodnevna kontrola na gradilištima, a naročito na Gojaku i Drenovcu, gdje postoje poluautomatske betonare opskrbljene dozatorima agregata, cementa i vode. Ti dozatori snabdijevaju miješalicu kapaciteta 1000 l. Naročita pažnja se obraća na kontrolu granulometrijskog sastava agregata, koji je često izvrgnut granulometrijskim promjenama (segregaciji) zbog odnosa u manipulaciji i transportu od drobilice i miješalice. (Nakon što je agregat zdrobljen i prosijan, dovodi se u silose separacije, iz kojih se vagonetima i elevatorima prenosi u silose betonare; on zatim prelazi u dozatore, da bi na koncu dospio u miješalicu).

Kod tih postrojenja naročito je česta segregacija agregata u silosima. Tu pojavu treba svesti na najmanju mjeru. To se postiže na više načina, a jedan od tih je, da agregat pada s malene visine. Da se to postigne, silosi na separaciji i betonari ne smiju se prazniti do dna. Nesavjesna kontrola tih uzroka može dovesti do znatne promjene u konsistenciji i granulaciji betonske mješavine, te onemogućiti izradu kvalitetne obloge.

Uzimanje betonskih uzoraka vrši se na svakih 15 m tunelske obloge, što odgovara količini od 100 m³ betona.

U početnoj fazi betoniranja disperzije rezultata čvrstoće na pritisak bile su velike, što treba pripisati objektivnim i subjektivnim razlozima. Subjektivnim pripada: nedovoljna uvježbanost laboratorijskog osoblja, organizacija laboratorijske službe kao i površna primjena uputstava danih od strane pojedinih gradilišta. Jedan od razloga disperzije rezultata je upotreba kamenog agregata iz deponija materijala, koji se prigodom bušenja tunela izvozio i deponirao bez prethodnog separiranja (kameni materijal bio je pomiješan sa glinom). Prigodom ispitivanja ustanovljeno je, da frakcije od 0—7 mm, dobivene drobljenjem spomenutog materijala, variraju u velikim granicama. Naročito se to očitovalo na zrnima ispod 0,2 mm, čija je količina dosizala do 30%. Trebalo je strpljivog ispitivanja, da se zbog ove pojave usklade čvrstoća za pritisak i nepropusnost za vodu. Zrna frakcije 0—7 mm bila su obavijena glinom, tako da je količina prelazila dopuštene granice.

Povećanja glinovitih sastojaka povoljno je utjecalo na nepropusnost za vodu. Međutim, ne smije se dopustiti, da se na račun jednog uslova udovoljava drugome, kad su oba od bitne važnosti za takav objekat. Tehnologija betona toliko je napredovala, da se s agregatom bez glinovitih sastojaka i zrna ispod 0,1 mm može sastaviti takva granulacija, koja zadovoljava oba tražena uslova. Naročito je važno da se ispravno odredi optimalna granulacija u intervalu od 0,1—7 mm. Ako je to postignuto, onda krivulja optimalne granulacije u ostalim intervalima može biti i diskontinuirana. Kod sastavljanja optimalne granulacije agregata veliku teškoću čine zrna od 7—15 mm. Ukoliko se ona proizvode kao posebna frakcija, što je slučaj na ovoj gradnji, njihovu upotrebu treba svesti na minimum. Ovdje je to riješeno tako, da se višak proizvodnje ove frakcije ponovno drobi na mlinovima, koji daju frakciju od 0—7 mm.



Sl. 5 — Krivulja prosijavanja

—.—.— optimalna granulacija za klasičnu metodu rada

———— optimalna granulacija za kofraž metodu rada

— — — — frakcije agregata

Vodeći računa o kvaliteti betona i štednji cementa, uskoro se prešlo na isključivu upotrebu materijala iz kamenoloma, koji je vrlo dobre kvalitete. Utrošak cementa na nekim gradilištima smanjen je od 280 kg/m³ na 250 kg/m³. Prosjek rezultata od 220 kg/cm² popeo se na 270 kg/cm².

Imajući na umu stalno poboljšanje kvalitete rada, poduzeće vrši pokuse na gradilištu Gojak s novim uređajem za ispiranje agregata ,koji bi trebao biti uveden na izgradnji narednog sličnog objekta. Taj uređaj na principu vertikalnog i horizontalnog strujanja vode ispire i separira pojedine frakcije, a one štetne po beton, ispod 0,1 mm, sasvim odstranjuje. Prvi pokusi su dali dobre rezultate.

U vezi s upotrebom agregata, a na osnovu iskustva, treba se pridržavati ovoga:

a) kameni materijal, koji se izvozi iz tunela (nakon izbijanja profila), treba bezuvjetno separirati. Čisti odvojiti od onog, koji je pomiješan sa glinom. Time će se omogućiti iskorištavanje »kipe« u što većoj mjeri.

Na ovo obratiti pažnju i zbog toga, što je česta pojava, da je vapnenasto gorje ispresijecano glinenim žilama, koje se povremeno pojavljuju u tunelima i zagađuju inače kvalitetan materijal.

b) prigodom ispitivanja deponiranog materijala ustanovljeno je da se može upotrebiti preko 70% materijala, ali probiranjem.

Ukoliko je materijal takvog sastava, da nije prikladno separiranje, treba bezuvjetno otvarati kamenolome, iz kojih će se crpiti čist i kvalitetan kamen.

Iskustva su pokazala, da se odstranjenjem glinovitih čestica i čestica ispod 0,1 mm postižu cca 30% veće čvrstoće za pritisak. Uz zadovoljenje svih traženih uslova kvalitete vrše se znatne uštede u cementu.

Prognoza kvalitete betona

Zbog opsežnosti radova potrebno je uvesti i prognozu kvalitete betona, što je na ovoj gradnji redovita praksa. Kao praktična prognoza uveden je način uzimanja prizmica po Bolomey-u, koje se ispituju u samom laboratoriju. Prizmice, 2×2×12 cm, uzimaju se od morta veličine zrna ispod 4 mm. Ispitivanje se vrši nakon 7 dana, pa se na osnovu povezanosti tog rezultata i čvrstoće kocki nakon 28 dana daje prognoza za seriju uzoraka. Uporedo s tom metodom vrši se prognoza teoretskim putem. Kao osnov za to služi poznata Bolomey-eva formula

$$\sigma = K \left(\frac{c}{V} - 0{,}5 \right),$$

gdje je σ — čvrstoća nakon 7 odnosno 28 dana,
K — konstanta za 7 odnosno 28 dana,
c — količina cementa na 1 m^3 betona,
V — količina vode na 1 m^3 betona.

Konstanta *K* ovisi o mnogim faktorima, pa je treba odrediti na svakoj gradnji, gdje se želi primijeniti.

Za uslove, pod kojima se radi na ovoj gradnji, ona iznosi $K_{28} = 240$ kg/cm². Da bi se mogla dati ispravna prognoza, treba kod svakog uzimanja probnog tijela odrediti stvarni vodocementni faktor u betonu. Na ovoj gradnji upotrebljen je način pomoću Bolomey-eve posude, kojom se određuje specifična težina betona, a koja, uz poznavanje dodane količine cementa, omogućava brzo iznalaženje količine vode, prema tome i vodocementnog faktora.

Upotreba plastifikatora

Na ovoj gradnji upotrebljeno je kao plastifikator ulje Mischoel V. R.

Svojstva su mu ova:

— omekšava tvrdu vodu, a normalnoj vodi oduzima površinsku napetost;
— omogućuje bolju raspodjelu veziva;
— kod betona i morta omogućuje smanjenje vodocementnog faktora i time povoljno utiče na čvrstoću;
— ne postoji razdvajanje mješavine, postiže se bolji plasticitet, osobito dobro je zgušnjavanje;
— lako se glade površine koje postaju tvrde, bez prašine i nepropusne su za vodu;
— stvara se vrlo homogen beton, bez gnijezda pijeska, sa znatno uvećanom otpornošću protiv mraza i mnogih kemikalija;
— nema nikakvog procvjetanja betona (ausblühungen).

Ulje se dodaje vodi prije miješanja betona. Količine doziranja su ove:

— kod građevina, gdje se upotrebljava preko 250 kg/m³ cementa cca 15—20 cm³ na vreću (50 kg) cementa;
— kod upotrebe ispod 250 kg/m³ cementa, cca 40—50 cm³ na vreću cementa;

kod pločnika:

— u industrogradnjama cca 25 cm³ na vreću cementa;
— u stambenim gradnjama 35—50 cm³ na vreću cementa;
— kod morta za zidove cca 75 cm³ na vreću cementa.

Upotrebom ulja mogao se bitno smanjiti vodocementni faktor, a istovremeno se poboljšala i obradljivost, što se naročito zapazilo kod betoniranja sa kofraž oplatom, gdje su mjestimična gnijezda skoro potpuno uklonjena. Beton je postao vrlo gust, što se vidjelo i na uzorcima za ispitivanje nepropusnosti za vodu. Na uzorku visine 20 cm voda pod tlakom od 7 atm. prodirala je u dubinu uzorka do maksimum 4 cm. Uz smanjenje cementa zadržala se ista čvrstoća. Površine betona su se dobro zaglađivale.

Zbog svih tih prednosti i na osnovu iskustva trebalo bi redovito upotrebljaavti dodatak Mischoel V. R. kod betona i maltera. Uvijek se iskazuje veličina ekonomičnosti, pogotovo jer su troškovi za Mischoel neznatni u odnosu na štednju materijala i utrošak*.

* Zastupnici za nabavku: Zastupstvo inozemnih tvrtki »Commerce« Ljubljana, Zagreb, Beograd, Skopje, Sarajevo.

Organizacija laboratorijske službe

Praksa je pokazala, da disperzija rezultata u mnogome ovisi o savjesnosti odgovornog ljudstva na pojedinim gradilištima, o uvježbanosti i zalaganju laboranata, o uzimanju i čuvanju probnih tijela, te o načinu njihovog transporta na mjesto otpreme. Stoga treba laboratorijsku službu organizirati tako, da je za svako gradilište zadužen posebni laborant, koji će kontrolirati: primjenu uputstava, recepture, kvalitet, voditi brigu o uzimanju i čuvanju uzoraka, te lično voditi računa o njihovoj otpremi. Svaki laborant treba da pažljivo proučava uslove, pod kojima su uzeta betonska probna tijela i da o tome podnosi centralnom laboratoriju pismeni izvještaj u vidu formulara. U ovaj izvještaj treba unijeti i partiju cementa, koji se trenutno ugrađuje, da bi se dobiveni rezultat mogao uporediti s kvalitetom cementa, koji je prethodno u laboratoriju ispitan.

Na osnovu takvog izvještaja mogu se ustanoviti uzroci, koji su doveli do eventualno lošeg rezultata pojedinih serija betonskih uzoraka.

Već i iz ovog kratkog osvrta vidi se važnost organiziranja laboratorija takve vrsti na velikim gradnjama. Jedino na taj način mogu se izvoditi kvalitetne građevine uz istovremene uštede u cementu, tom dragocjenom građevinskom materijalu.

S naših gradilišta

GRADILIŠTE AUTOPUTA ZAGREB—LJUBLJANA

Napredovanje radova na autoputu Zagreb—Ljubljana odvija se na zadovoljavajući način i po planu.

Omladinske brigade na sektoru od km 1+405 do km 9+500 rade pod tehničkim rukovodstvom poduzeća »Hidroelektra«. Omladinci su do konca petog mjeseca ugradili 44 340 m³ nasipa, dok je planom bilo predviđeno na ovom sektoru svega 27 000 m³. Dakle plan je na ovom sektoru premašen za 64% t. j. izvršen je sa 164% prema predviđenoj količini.

Objekte na sektoru od km 1 + 405 do km 7 + 800 izvodi isto poduzeće »Hidroelektra« s omladinskom i svojom stručnom radnom snagom. Na ovom potezu potpuno su završena tri objekta, dva se nalaze u završnoj fazi, dok se još tri imadu izgraditi. Na objektima se osjeća izvjesno zakašnjenje s obzirom na predviđeni plan.

Omladisnke brigade na sektoru od km 9+500 do km 16+200 rade pod rukovodstvom poduzeća »Tehnika«. Do konca petog mjeseca omladinci su ugradili 33 470 m³ nasipa, dok je planom bilo predviđeno svega 20 000 m³ t. j. plan je premašen za 67% ili izvršen sa 167%.

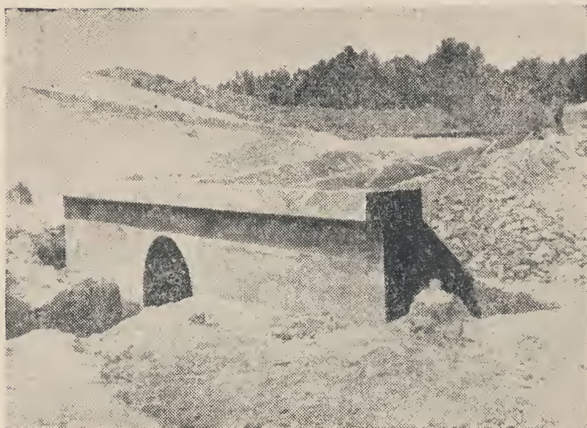
Objekte na autoputu izvodi poduzeće »Tehnika« od km 7+800 do km 16+200 sa svojom stručnom radnom snagom, uz pomoć omladinskih brigada. Na ovom se potezu nalazi najveći objekt t. j.



Omladinske brigade na radu pri skidanju humusa



Posjet pionira omladinskim brigadama na gradilištu autoputa Zagreb—Ljubljana



Gotov objekt na gradilištu autoputa Zagreb—Ljubljana

nadvožnjak kod Strmca preko postojeće betonske ceste. Izbetonirani su temelji i započeti rad na stubovima. Od ostalih objekata pet je gotovo, jedanaest je u radu, a dva treba započeti. Objekti se nalaze u izvjesnom zakašnjenju prema planu.

Najveći objekt na ovom dijelu autoputa je most preko Save. Fundiranje riječnih i obalnih stubova već je izvršila »Hidroelektra«. Željeznu konstrukciju radi »Metalna« Maribor, a montažu iste izvršiti će »Mostogradnja« iz Beograda.

U narednom broju osvrnut ćemo se na radove na slovenskom dijelu autoputa.

Ing. Boris Bonacci

Iz inozemnih časopisa

SPORAZUMNO PODIJELILI ŠTETU

(Engineering News-Record, New York, april 1958.)

Postignut je sporazum o rekonstrukciji mosta u Winnipegu (Kanada), čija je predračunska svota iznosila 135 000 dolara. Most je bio građen za nošenje vodovodne cijevi, i to kao rešetkasti nosač trokutastog presjeka, a srušio se 27. XI. 1957., nekoliko sati iza toga kako je gradski odsjek za vodoopskrbu pustio vodu radi proba.

Štetu u visini od 79 500 dolara snosit će sporazumno svi partneri koji su sudjelovali u gradnji mosta: izvođač radova 30 600 dolara, a projektanti i investitor (grad Winnipeg) po 24 450 dolara svaki.

Iz izvještaja koji je podnesen gradskom vijeću nisu vidljivi uzroci sloma. U izvještaju se kaže da su uzroci suviše kompleksni da bi se mogli utvrditi. Rekonstrukciju mosta će izvršiti isti izvođač koji je gradio srušeni most. Novi most ne će biti rešetkasti trokutastog presjeka, već »konvencionalnog« tipa. Proračun za taj most je za 5 600 dolara skuplji, a tu razliku u cijeni će snositi grad.

B. P.

HIDROFOBNI CEMENT

(Iz Int. Civil Engineer and Contractor, London, No. 1. 1958.)

Skrućivanje cementa prije upotrebe uslijed navlačenja vlage oduvijek je stvaralo poteškoće kod prijevoza i uskladištenja cementa, naročito u toplim, vlažnim tropskim predjelima. Sada je engleska tvrtka Pectacrete Cement Ltd., čini se, riješila taj problem novom vrstom cementa čije su čestice prevučene tankim slojem kemikalije koja odbija vodu. Tek za vrijeme miješanja probije se taj sloj uslijed trenja s agregatom. Prema obavještenju tvornice pokusi su pokazali, da obični cement može iz zraka navući toliko vlage, da mu se poveća težina za 63%, dok novi ce-

ment pod jednakim uvjetima dobiva samo 5% na težini. Cijena novog proizvoda samo je za 8% veća od cijene normalnog cementa.

No kako novi cement ne treba pakovati u buradima kod otpreme u tropske krajeve, cijena kod potrošača neće biti veća od dosadašnje, a može se očekivati, da će nastati i veće uštede zbog smanjenja kvarenja za vrijeme prijevoza i uskladištenja. Proizvodnju i prodaju novog cementa preuzela je tvornica Rugby Cement Co., Ltd., koja će time sigurno uspješno konkurirati ostalim dobavljačima cementa za tropske predjele. *E. N.*

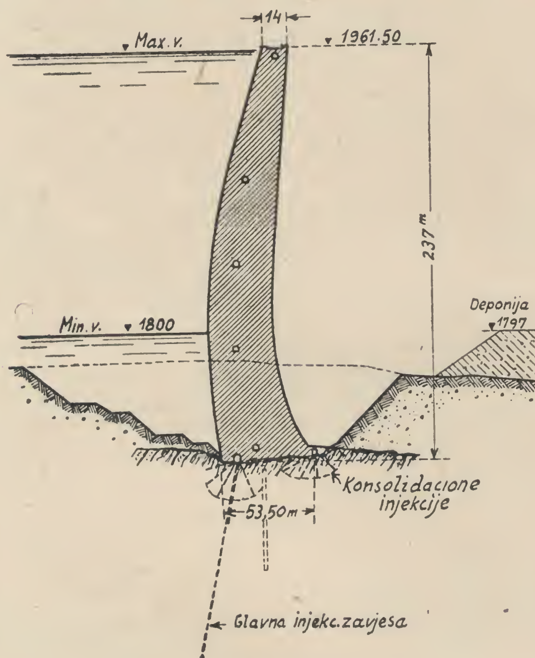
HIDROELEKTRIČNO POSTROJENJE MAUVOISIN

(Le Génie Civil, Pariz, maj 1958.)

Potkraj 1957. god. posve je dovršeno građenje hidroelektričnog postrojenja Mauvoisin (Bas-Valais, Švicarska), koje je počelo 1951. god. Investiciona svota iznosi 450 mil. švic. franaka, a proizvodnja električne energije u prosječnoj godini 760 mil. kWh.

Koristi se voda rječice Dranse de Bagnes, koja se alimentira uglavnom iz alpskih glečera, a iskorištena voda se prebacuje u gornji tok rijeke Rone u blizini mjesta Riddes. Pad iznosi ukupno 1490 m, a iskorištava se u 2 stepenice. Elektrana Fionnay ima podzemnu strojarnicu, pad 474 m i instaliranu snagu 127 MW, a elektrana Riddes ima vanjsku strojarnicu, pad 1016 m i instaliranu snagu 225 MW.

Najznačajniji objekt u ovom sklopu predstavlja lučna brana od betona vitkog presjeka (slika 1.). Brana



Slika 1

omogućava akumulaciju 180 mil. m³ vode. Visina brane iznosi 237 m, što je svjetski rekord za lučne brane. Dužina u kruni brane iznosi 520 m. Na pet raznih nivoa nalaze se kontrolne galerije, koje se produžuju u pećinu, a povezane su između sebe bunarima. Za vrijeme građenja ove su galerije služile za vezu desne i lijeve obale i za smještaj vodova.

Iskop za temelje brane iznosi 1,4 mil. m³. Pri tom je po prvi put u historiji građenja brana upotrebljeno masovno miniranje. Na desnoj obali je jednim paljenjem uz upotrebu 20 t eksploziva dignuto odjednom 60 000 m³ stijena, a na lijevoj obali je odjednom minirano 100 000 m³ stijene uz utrošak 32 t eksploziva.

U branu je ugrađeno 2 mil. m³ betona. Da bi se ova ogromna količina betona mogla proizvesti u postavljenim rokovima, izvršeni su opsežni pripremni radovi i instalirana suvremena postrojenja za pripremu i transport agregata i betona.

Kod ugradnje betona uvedene su dvije značajne novine, čija se upotreba u kratkom vremenu proširila na mnoga velika gradilišta.

Prva se novost sastoji u tom, da se razastiranje betona dopremljenog kranom vrši buldozerom (slika 2.). Ovime se ubrzava rad i olakšava vibriranje, jer



Slika 2

pervibratori prodiru u već izravnani sloj konstantne visine.

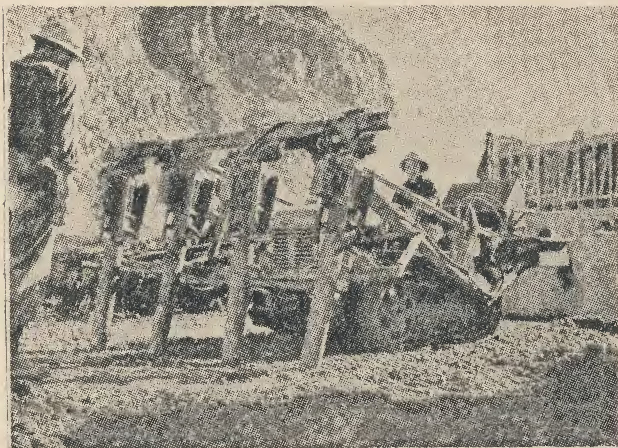
Druga se novost sastoji u mehaniziranju vibriranja. Kad je počelo betoniranje brane, vibriranje su vršile ekipe od 10 ljudi ručno (slika 3.). Radnici su rukovali



Slika 3

sa 5 pervibratora visoke frekvencije (9—10 000/sec) i velike težine (78 kg). Vrijeme vibriranja je bilo određeno sa 30 sekundi, a pervibratori su trebali biti udaljeni jedan od drugog 60 cm (debljina sloja je iznosila 50 cm). Međutim, udaljenost od 60 cm nije održavana, jer su radnici koji su rukovali jednim pervibratorom imali tendenciju da se udalje od najbližih susjednih radnika, da bi imali veću slobodu pokreta. Osim toga radnici su se brzo umarali, tako da se poslije nekoliko sati to jasno odrazilo na kvaliteti vibriranja. Zato se 1956. god. prešlo na rad sa 4 vibratora montirana na preudešenoj oštrici omanjeg buldozera (slika 4.). Time

je postignuta znatna ušteda na radnoj snazi i osjetno poboljšanje kvalitete betona. Priklon pervibratora je bio stalan, a nadzor nad uspjehom vibriranja olakšan. Poslije uspjelog pokusa nije više vršeno ručno vibriranje, izuzev na onim mjestima, kuda je buldozerima bio otežan pristup (uz oplatu i sl.).



Slika 4

Uz primjenu buldozera za razastiranje betona i nošenje pervibratora postignuta je ugradnja od 40 000 m³ betona tjedno, sa dnevnim maksimumom od 8 037 m³ (u 2 smjene po 10 sati). Program brze ugradnje betona iziskivao je primjenu umjetnog hlađenja.

Maksimalna veličina zrna agregata iznosila je 120 mm. Upotrebljavan je normalni portland cement. Dodavane su kemikalije da bi se postigao t. zv. zračeni beton, sa zračnim ćelijicama između 3 i 4,5%. Bile su propisane 3 vrste betona:

— beton za uzvodnu i nizvodnu oblogu brane (obložni beton debljine 4 do 8 m), sa dodatkom cementa 250 kg/m³, koji je trebao da postigne odgovarajuće mehaničke čvrstoće, dobru nepropusnost i visoku otpornost protiv smrzavanja;

— beton za srednji dio tijela brane sa dodatkom cementa 175 kg/m³;

— beton za specijalne namjene (u blizini galerije ili pećine) sa dodatkom cementa 190 kg/m³.

Postignuta kvaliteta ugrađenog betona je vrlo dobra. Tako su kod betona sa 250 kg cementa postignute čvrstoće betona poslije 28 dana 375 kg/cm², vrlo dobra nepropusnost i otpornost protiv smrzavanja. Ovaj beton je ugrađivan uz vodocementni faktor 0,5. Poslije godine dana čvrstoća betona je utvrđena sa 470 kg/cm².

Kod betona sa 175 kg cementa postignute su čvrstoće ugrađenog betona poslije 28 dana 280 kg/cm².

Brana je po cijeloj svojoj visini bila kod betoniranja razdijeljena radijalnim spojnicama na blokove širine 18 m. Ove su se spojnice skupljanjem i hlađenjem betona lagano rastvorile i naknadno su zatvorene injektiranjem cementnog mlijeka (u višim partijama brane injektiranje će se dovršiti u 1958. god.).

Radi osiguranja nepropusnosti pećine na kojoj brana leži izvedeni su opsežni injekcioni radovi. Površina glavne zavjese iznosi 240 000 m², a dužina bušenja 47 km. Prosječan utrošak cementa iznosi 172 kg/m. Pomoćna zavjesa osigurava vezu tijela brane sa glavnom zavjesom i pojačava glavnu zavjesu u zoni maksimalnog hidrauličkog gradijenta. Izvedena je u obliku lepeze, dužina bušenja iznosi 12 km uz utrošak cementa 87 kg/m.

Konsolidacione injekcije imaju zadatak da pojačaju pećinu u najizloženijoj zoni temelja, ali ne da ga učine nepropusnim. Ove injekcije će biti dovršene u 1958. godini. *B. P.*

HELIKOPTER ZA PRENOS BETONA

(Construction Methods, april, 1958)

Betoniranje temelja dalekovoda Southern California Edison Co. visoko u planinama izvršeno je pomoću helikoptera. Na slici se vidi košara za beton obješena



o helikopter, koju radnici sa tla otvaraju povlačenjem užeta. Doprema betona za četiri temelja trajala je oko 20 minuta. Sav materijal i radnici prevezeni su na zabačeno radilište također helikopterom. *E. N.*

DVA GLEDANJA NA VRIJEDNOST SNIMANJA U BOJAMA IZ AVIONA

(Engineering News-Record, New York, april 1958.)

Poslije uhodavanja panhromatskog snimanja iz aviona za najraznoličnije tehničke svrhe izgleda da će se preći i na snimanje u bojama. U SAD već mnoge tvrtke nude takve usluge, ali zasada se još razilaze mišljenja o korisnosti takvog snimanja.

Protivnici snimanja u bojama tvrde da se ne vide nikakve prednosti snimanja u bojama nad snimanjem u crno-bijeloj tehnici. Nema mnogo slučajeva u kojima se ne bi panhromatskim snimanjem postiglo isto, ili više, nego snimanjem u bojama (iznimke su pri geološkim snimanjima i sl.). Boje fasciniraju, promatrač se gubi u bojama i zapostavlja detalje, koji mogu biti od značenja. Boje imaju tendenciju da maskiraju detalj, dok pankromatske snimke ne pružaju promatraču razonodu i sile ga da napregne i svoj mozak i oči.

Najglavniji faktori koji ograničavaju upotrebu snimanja u bojama su ovi:

— ograničeno vrijeme snimanja; ono je u jednom danu upola manje nego za panhromatsko snimanje, a u mjesečnom prosjeku broj sati kada se u vlažnim i tropskim krajevima mogu postići dobre snimke u bojama ustvari je posve malen;

— eksponiranje filma u bojama je osjetljiva stvar; vrlo teško se mogu postići dobre fotografije u bojama iz većih visina, dakle u manjem mjerilu, pošto uglovi slike ostaju tamni, a reprodukcije boja iskvarene, dok kod panhromatskog filma nema tih poteškoća;

— izrada filma je, s obzirom na troslojnu emulziju, teška i zahtijeva najveću pažnju; pravljenje kopija od filmova u bojama je mnogo teže nego kopiranje otisaka sa panhromatskog filma; kopije u bojama na papiru su praktički neizvedive i vrlo skupe; boje filma vremenom gube na svježini, ako su filmovi izvrgnuti svjetlosti.

Pristalice snimanja u bojama kažu da se snimanje u bojama isplati već danas, a još će se više isplatiti u budućnosti.

Snimanjem u bojama mogu se prikupiti značajni podaci za geologiju i t. d., koji se pomoću crno-bijele tehnike ne mogu dobiti.

Ljudsko oko može da razlikuje relativno teško nijanse između crnog i bijelog, dok se nijanse u bojama lako diferenciraju. Vrlo različite boje mogu izgledati kao identične nijanse sivog na panhromatskom filmu. U geologiji, mineralogiji, botanici i t. d. boja je često dijagnostička karakteristika, a gotovo bez iznimke ona je jedno od svojstava koje se obavezno uzima u obzir.

»Istinita« reprodukcija boja, koja se teško može postići, nije od važnosti za interpretiranje fotografija. Dovoljno je da se postigne »konsistentna« reprodukcija boja, a današnji film u bojama to posve osigurava.

Fotografija u bojama besumnje je od koristi i treba da se upotrebi u inženjerskoj struci kada se traži točna i detaljirana fotografska interpretacija. Cijena filma u bojama već danas rijetko prekoračuje za više od 50% cijenu jednobojnih fotografija. Kopije su zasada još skupe, ali za upotrebu na terenu mogu se i od snimaka u boji lako napraviti crno-bijele kopije. Međutim najnovija usavršavanja u tehnici fotografiranja u boji opravdavaju nadu da će se uskoro moći izrađivati i kopije odnosno mape u bojama. *B. P.*

Iz društva građevinskih inženjera i tehničara NR Hrvatske

OSVRT NA TEČAJEVE »CEMENT I BETON« U 1958. GODINI

Podružnica DGIT u Zagrebu organizirala je i ove godine u mjesecu veljači i ožujku tečajeve s temom »Cement i beton«. U tom vremenskom razdoblju održana su ukupno tri tečaja, sa ukupno 98 tečajaca. Svaki tečaj trajao je 2 tjedna, t. j. 12 radnih dana. Za razliku od prošle godine, prinuđeni smo bili ovaj puta da zaključimo primanje prijava u točno određenom roku, jer je broj prijava već tada bio veći od unaprijed predviđenog maksimalnog broja tečajaca. Uzevši u obzir i naknadne prijave, koje nismo nikako mogli prihvatiti, te znatan interes za daljnje tečajeve, možemo smatrati, da su se takvi tečajevi potpuno afirmirali i stekli stanoviti renome, koji ubuduće treba opravdati solidnijim pripremama i sistematskijim radom oko sastavljanja programa tečajeva i solidnom realizacijom.

Program rada ovogodišnjih tečajeva nije se bitno razlikovao od programa tečaja iz 1957. godine. Do izmjena je došlo uglavnom zbog odsutnosti nekih predavača i zbog promjena u nekim temama. Tako, na pr.,

TABELA I.: STATISTIČKI PREGLED POLAZNIKA TEČAJEVA »CEMENT I BETON« U GODINI 1958.

Podatak	Tečaj I.	Tečaj II.	Tečaj III.	Ukupno	U % godine 1958.	U % godine 1957.
1. Broj prijavljenih za tečaj	33	34	31	98	100	100
2. Od prijavljenih bilo je:						
građevinara	32	31	28	91	91	96
arhitekata	1	3	3	7	7	4
3. Godina starosti kod:						
inženjera	31	32	32	prosječno	31,6	31,0
tehničara	27	28	28	prosječno	27,6	27,8
4. Po kvalifikaciji bilo je:						
inženjera	12	8	9	29	30	35
tehničara	21	26	22	69	70	65
5. Godine provedene u struci kod:						
inženjera	3,3	3,7	4,5	prosječno	3,8	2,6
tehničara	5,7	6,5	6,5	prosječno	6,2	6,0
6. Po specijalizaciji bilo je:						
konstruktera	23	16	14	53	54	39
hidrotehničara	3	6	5	14	14	14
saobraćajaca	6	9	5	20	21	30
drugih	1	3	7	11	11	11
7. Sadašnje zaposlenje u:						
projektnoj struci	2	1	2	5	5	16
izvođačkoj struci	23	23	21	67	68	45
nadzornoj službi	5	7	7	19	20	18
građevinskoj industriji	1	2	1	4	4	15
administrativnoj, upravnoj	2	1	—	3	3	4
8. Prisustvovali su sličnim tečajevima	—	1	1	2	2	6
9. Iz NR Hrvatske bilo je tečajaca	23	29	28	80	82	89
iz NR Slovenije	1	—	2	3	3	—
iz NR Srbije	3	3	—	6	6	—
iz NR Makedonije	4	1	—	5	5	11
iz NR Bosne i Hercegovine	2	1	1	4	4	—
10. Iz Zagreb bilo je od ukupnog broja tečajaca	5	14	10	29	30	45

TABELA II.: PREGLED ODGOVORA IZ ANKETNIH LISTOVA

Podatak	Tečajevi I.	II.	III.	Ukupno	U % godine 1958.	1957.
a) Broj polaznika tečaja	33	34	31	98	100	100
b) Odustalo tokom tečaja	2	1	—	3	3	2
c) Podijeljeno anketnih listova	31	33	31	95	97	96
d) Primljeno popunjenih anketnih listova	25	21	26	72	74	85
1. Sklonost za obrađivanu materiju:						
imaju	24	21	26	71	99	98
nemaju	1	—	—	1	1	2
2. Tečaj je bio zamoran za	3	4	5	12	17	48
Tečaj nije bio zamoran za	22	17	21	60	83	48
3. Način izlaganja bio je:						
brz	22	21	23	66	91	85
spor	3	—	1	4	5	2
bez odgovora	—	1	2	3	4	4
4. Izlaganja su bila shvatljiva:						
lako	16	17	16	49	68	70
teško	6	3	8	17	24	9
promjenljivo	3	1	2	6	8	9
5. Tečaj je ispunio očekivanja kod	15	14	21	50	70	76
nije ispunio očekivanja kod	8	7	2	17	24	20
djelomično	2	—	2	4	6	—
6. Trebalo bi povećati broj sati:						
za vježbe	15	14	6	35	49	37
za predavanja	7	6	13	26	36	48
ne mijenjati	2	—	4	6	8	9
bez odgovora	1	1	3	5	7	6
7. Inicijativa za pohađanje tečaja bila je lična kod	16	7	19	42	58	39
8. Najinteresantniji dio tečaja bio je:						
o betonu	13	5	11	29	40	65
o cementu	2	8	6	16	22	11
o agregatu	4	8	3	15	21	11
o ostalom	6	—	6	12	17	13
9. Najviše će koristiti stečeno znanje:						
o betonu	9	2	3	14	19	72
o cementu	3	6	11	20	28	2
o agregatu	9	5	5	19	26	6
o laboratorijskom radu	1	6	3	10	7	28
o ostalom	3	1	2	6	8	—
10. Sastav polaznika:						
je odgovarao	21	18	23	62	86	90
nije odgovarao	3	2	3	8	11	6
bez odgovora	—	1	—	1	1	4
11. Organizacija tečaja je uspjela za	19	18	24	61	85	100
12. Prosječno prisutno na predavanjima i vježbama	30	29	29	88	90	—

o građevinskoj mehanizaciji i organizaciji gradilišta govorilo je ove godine više predavača s osvrtom na konkretne primjere iz prakse. Predavanja su držana samo prije podne, i to po 3 sata od 60 minuta. Popodne su održavane samo laboratorijske vježbe. Ukupno je bilo ove godine 30 sati predavanja (lanjske godine 56 sati, ali po 45 minuta), 20 sati vježbi (prije 12 sati), a 6 sati bilo je posvećeno ekskurzijama u tvornicu cementa »Sloboda«, »Jugomont«, »Jugobeton«, zatim gradilištu mosta u Trnju i Narodnog sveučilišta u Zagrebu.

U nastavku prikazan je u tabeli I. statistički pregled polaznika tečaja »Cement i beton« u godini 1958., a u tabeli II. dan je pregled odgovora tečajaca na pitanja anonimne ankete. U posljednjoj koloni obiju tabela dani su podaci održanih tečajeva u 1957. godini.

Usporedimo li podatke iz I. tabele, vidimo, da su i ove godine tečajci mladi ljudi s relativno malim brojem godina provedenih u struci. Čini se, da ima više interesa za nove stvari te proširenje znanja i iskustva kod mlađih tehničara i inženjera. Povoljan je broj polaznika tečaja, koji su došli iz operative, t. j. oni su sačinjavali oko 2/3 svih polaznika. Nadalje je svakako interesantno istaknuti, da smo ove godine imali tečajce iz skoro svih naših republika, dok je broj tečajaca iz Zagreba bio svega 1/3 od ukupnog broja.

Iz odgovora na anketne listove se vidi, da je uspjelo tečaj organizirati tako, da više nije velikoj većini zamoran (za razliku od prošle godine), dok je način izlaganja i nadalje ostao za sve tečajce prebrz. Još uvijek misle mnogi tečajci, da je broj sati vježbi premalen, iako jedan dio traži više predavanja, slično kao i lanjske godine. No svakako je zanimljivo, da je inicijativa za polaženje tečaja bila lična kod više od polovice slušatelja, što je dokaz interesa pojedinaca za tu materiju, a ujedno i interesa poduzeća, koja su im omogućila prisustvovanje tečaju. Iako je po ocjeni tečajaca najinteresantniji dio tečaja bio onaj o betonu, to će tek svega 1/5 svih tečajaca iskoristiti u praksi stečeno znanje o tom predmetu. Na kraju treba spomenuti, da organizator ove godine ipak nije potpuno uspio u realizaciji plana rada tečaja, nešto iz objektivnih razloga, no ima i opravdanih zahtjeva, koji su u mnogome slični onima iz anketnih listova tečajeva u godini 1957.

Ove primjedbe možemo uglavnom sažeto prikazati ovako:

1. Pobrinuti se za izdavanje skripata ili podsjetnika o materiji, koja se predaje, kako bi se lakše mogla pratiti kako predavanja tako i vježbe. Nešto je bilo već ove godine učinjeno (umnoženi su kratki ekscerpti predavanja i vježbi iz betona), no to nije bilo dovoljno.

2. Sadržaj predavanja treba što više uskladiti, kako ne bi bilo ponavljanja ili razmimoilaženja. No to je tek onda moguće, kad organizator unaprijed ima potpun pregled svih tekstova, što ni ove godine nije bio slučaj, s obzirom na izmjene u temama odn. predavačima. Iako se od mnogih predavača ne može tražiti, da ne čitaju svoj tekst ,ipak je živa riječ najpodesnija. A primjeri iz vlastite prakse i iskustva najlakše se opisuju slobodnom riječi. To dovodi ponovno do konstatacije, da predavači moraju biti ljudi kako iz naših naučnih ustanova, tako, i to pretežno, naši stručnjaci iz operative, koji su najpozvaniji da govore o primjeni betona na gradilištima i iskustvima u vezi s mehanizacijom i organizacijom gradilišta.

3. Treba više voditi računa o tehničkoj strani organizacije predavanja. Projekciona sredstva moraju biti kvalitetna, a isto tako moraju tečajci imati mogućnost da stalno prave zabilješke. To znači, da treba nastojati izraditi što više crteža, koji se mogu umnožiti, kako bi i kasnije tečajci imali koristi od prikazanih projekcija. Nadalje, svaki predavač trebao bi naznačiti literaturu, kojom se poslužio, što bi mnogo pomoglo u naknadnom studijskom radu svakoga pojedinca. Preveliki broj tečajaca na laboratorijskim vježbama velika je smetnja u radu. Grupe na vježbama ne trebaju biti veće od 8—10 osoba, što kod većeg broja tečajaca iziskuje vođenje paralelnih vježbi u više grupa. Prema tome, nije dovoljan jedan laboratorij, ili treba rad na vježbama tako organizirati, da mogu raditi dvije eventualno čak tri grupe istodobno. No u tom slučaju treba i više predavača na vježbama.

4. Općenito sastavljen program ovoga tečaja nikako ne može zadovoljiti sve polaznike. To neminovno dovodi do toga, da se tema rasčlani u više, no mnogo detaljnije obrađenih tema. To mišljenje zastupaju mnogi tečajci, što je i logično kod tako velikog broja. Svakako bi bilo korisno, da se organizira tečaj isključivo s radom u laboratoriju, koji većini tečajaca najviše nedostaje. Organiziranje tečajeva sa više specijaliziranim temama vjerojatno će dovesti i do podjele tečajeva za tehničare odn. inženjere. Dosada međutim nije velikoj većini tečajaca smetao zajednički rad, što je uglavnom shvatljivo kod tako sastavljenog programa rada.

Kao zaključak ovome osvrtu moglo bi se uglavnom ponoviti ono, što je rečeno još prilikom završetka tečajeva u 1957. godini. No s obzirom na veliki odaziv i živ interes za ovaj i slične tečajeve Podružnica DGIT u Zagrebu mora, ukoliko želi nastaviti s ovim korisnim radom, posvetiti veliku brigu i pažnju kod organizacije narednih tečajeva.

Taj rad ne može više biti kampanjski, već mora biti sistematski. Dosadašnji tečajevi ukazuju na to, kolika je potreba i interes među našim tehničarima i inženjerima. No na tečajeve ne treba da dolaze samo mladi ljudi, s malim radnim stažom, već i oni iskusni, da izmijene iskustva i da čuju i po koju novu stvar. Jer tehnika stalno napreduje i danomice mijenjamo svoja naziranja pod pritiskom novoga. Izbor raznih tema privući će još veći broj naših tehničara, a i stvorit će nove predavače od mnogih naših iskusnih i prokušanih rukovodilaca gradilišta, da tako ujedno prenesu svoje iskustvo na mlađe i manje iskusne.

Materijalna sredstva nisu dosada predstavljala nikakvu teškoću kod organizacije tečajeva, no sistematski rad zahtijevat će i materijalna sredstva kroz duži period nego samo za vrijeme trajanja tečaja. Vjerujem, da bi se nastojanjem Društva sigurno našla skromna sredstva bar za početak, jer smo skromno započeli s prvim tečajevima prošle godine i taj rad je donio dobre plodove, koje treba iskoristiti.

Pored svih stručnih koristi od takvih tečajeva ne smijemo zanemariti i zaboraviti još jednu veliku i ugodnu korist. To je, svakako, međusobno upoznavanje tečajaca, koji dolaze iz različitih mjesta, iz različitih republika. Izmjena iskustava, upoznavanje različitih uvjeta i odnosa na gradilištima diljem cijele zemlje, razgovori i dogovori, te dosada uvijek uspjele drugarske večeri na kraju svakog tečaja, potvrđuju korisnost takovog sastanka i želju da se nastavi s tim radom.

Ing. Zvonko Špringer

O MONTAŽNOM GRAĐEVINARSTVU

Dajemo kratak prikaz iz predavanja ing. Dragutina Kovačeca, održanog 13. V. 1958. godine u Zagrebu, dok će predavač neke aktuelne teme te materije obraditi u posebnom članku »Građevinara«.

Predavanje je obuhvaćalo:

a) zadatak montažnog građevinarstva, prefabrikaciju i montaže u industrijalizaciji građevinarstva;
b) klasifikaciju montažnih sistema s prikazom novih konstrukcija i tehnološkim pregledom novih materijala;
c) način organizacije operative, t. j. proizvodnje prefabrikata i montaže objekata;
d) pregled izvedenih objekata s prikazom prednosti i tehničkih nedostataka u dosadašnjoj praksi, usporedbene analize sa naročitim osvrtom na brzinu i ekonomičnost;
e) prikaz izvedbe montažnih stambenih objekata u ČSR s usporedbenom analizom.

Predavač je prikazao, što po gornjem predmetu od te materije nije obuhvaćeno, kao na pr. tehnologija materijala, koji nisu u primjeni, iako su za naše prilike interesantni, kao na pr. ekspandiranje gline, staklasti efuzivi i drugi, te prednapregnuti elementi u prefabrikaciji; nadalje arhitektonska rješenja u okviru tipizacije i modularnog sistema, s osvrtom na detalje sanitarnih čvorova, prefabricirana stubišta i drugih, te standardizaciju obrtničkih radova u finalnom elementu proizvodnje. Također nije obuhvaćen tehnološki proces proizvodnje s mehanizacijom, parenjem i sušenjem elemenata, te montaže sa osvrtom na dizalice i sheme gradilišta, što će biti obuhvaćeno spomenutom prilikom.

Ad a) U vezi sa zadacima montažnog građevinarstva dan je pregled dostignuća s napomenama o tehnički ispravnim koncepcijama, naročito u inženjerskim konstrukcijama, gdje su prefabrikacija i montaža ekvivalentne ostalima, pa su pokazale mnoge prednosti. Kao primjer prikazana je jedna montažna tvornička hala od prednapregnutog betona u usporedbi sa sličnom izvedenom monolitnom halom, pri čemu su podcrtane prednosti pa čak i ekvivalentnost u arhitektonskom obliku. S druge strane treba isključiti iz razmatranja montažne »sisteme«, koji to ime imaju samo iz tržišno-propagandnog razloga. Formulira se zadatak, da u montažno građevinarstvo treba unijeti progres s maksimalnim iskorištenjem tradicionalnih iskustava, koja treba pojednostavniti, prefabrikacijom poboljšati, serijskom masovnom proizvodnjom pojeftiniti i minimalnim radom na gradilištima ubrzati .

Ad b) U vezi s klasifikacijom predavač je montažne sisteme podijelio po načinu raščlanjivanja objekata u sistem blokova, montažnih okvira i panoa (homogenih ili slojevitih). Po operativnim uslovima razlikujemo laku montažu, koja se vrši ručno (do 500 kg); srednje mehaniziranu s lakim dizalicama (do 2000 kg) i tešku montažu (s najtežim elementom do 5000 kg).

U okviru tehnologije novih materijala obuhvaćeni su laki građevinski materijali, koji dolaze kod nas u obzir uz uslov, da im je zapreminska težina manja od 1500 kg po m³, da imaju dobru zvučnu i toplinsku izolaciju, te da imaju minimalnu čvrstoću, koja će odoljeti naprezanjima transporta.

Tu su navedeni poznati šljakobetoni čvrstoće 20—50 kg/cm², uz običnu upotrebu kao izolacioni zaravnajući sloj horizontalnih površina. Laki betoni od drobljene opeke preporučljivi su jedino u prefabrikatima dimnjačkih elemenata, jer je to deficitan materijal na tržištu, a kod dimnjačkih elemenata zasada agregat od opeke nema zamjene.

Bims-beton s agregatom dobivenim iz drozge visokih peći zasada je konkurentan materijal poznatih svojstava, s naročito preporučljivom primjenom u prefabrikaciji, naročito zbog mogućnosti da se variranjem količine cementa i pijeska dobiju izolacijske sposobnosti odnosno čvrstoća, koja se želi. Spomenuti su betoni s raznim biljnim otpacima, koji se primjenjuju jedino kao čisto izolacioni slojevi na mjestima, gdje nema vlage ni vode. Potcrtava se pozder, koju sirovinu imamo u velikim količinama kao industrijski otpadak. Ovamo spada i drvo-cement, već opisan u »Građevinaru«.

Konačno imamo pjeno-betone kao najsavršenije nove materijale idealne izolacijske sposobnosti i obradivosti, a prostorne težine 350—1000 kg/m³. Prikazan je »siporex«, koji se primijenjuje po čitavom svijetu na sve načine i u gotovo svim oblicima modernog građevinarstva.

Kao primjena jedne od varijanata pano-sistema prikazana je razrada poduzeća »Jugomont« po osnovnoj koncepciji lakog pano-sistema ing. Helebranta, s primjerima uz opaske o specifičnoj opravdanosti ili neopravdanosti primjene. Naročit osvrt dan je uz primjenu tog sistema kod prvih jednokatnica i troetažnih objekata u Zagrebu. Uz dokumentiranje na fotografijama analiziran je čitav sistem, od atesta ispitivanja elemenata s preporukama za poboljšanje poprečnog presjeka primjenom naprijed navedenih novih materijala, te konstruktivnog poboljšanja kao rezultata promatranja konstrutkivne jedinice kao cjeline, naročito u odnosu na horizontalne sile. Uz polumontažni strop od monta-opeke preporuča se primjena montažnih stropnih ploča, kod kojih bi se serklažno djelovanje postiglo zavarivanjem armature i zalivanjem spojeva, uz tako riješen detalj, da bi se dobio određeni koeficijent sigurnosti. Montažna stropna ploča je, naime, vrlo vrijedan elemenat prefabrikacije. Spojevi, kao neizbježiva mana pano-sistema, već kod srednje montaže trebaju biti riješeni po poznatim detaljima, a spoj sa brtvilima trebao bi otpasti. Nakon pregleda ostalih elemenata analizirana je trajnost raščlanjivanjem na trajnost pojedine jedinice, a na temelju analize trajnosti materijala.



Sl. 1 — Jednokatni stambeni objekt po pano-sistemu »Jugomonta«



Sl. 2 — Pano-sistem teške montaže u ČSR za tipski objekt sa 55 stanova

Ad c) Organizacija operative, t. j. proizvodnja i montaža treba da teku točno po operativnom planu. Proizvodnja treba biti serijska, a montaža, kao finalni produkt, po pomacima strukovnih faza, planiranim redom vrsta radova. U tu je svrhu nužna tipizacija objekata, iz kojih izlazi standardizacija minimalnog broja prefabriciranih elemenata.

Kao plansko pomoćno sredstvo upotrebljava se stambena jedinica od 60 m², na koju se svede sva priprema finalnog produkta (montaža), montažni elementi, opskrba, transport, radne ekipe i mehanizacija.

Akcioni radius određuje se na temelju komercijalne konkuretnosti t. j. pribrajanjem troškova transporta.

Ad d) su dane usporedne analize, iz kojih izlazi prvo, da je cijena koštanja izvedenih objekata u 1957. godini bila u prosjeku 23 950 Din/m² kod montažnih izvedbi, dok je prosjek u klasičnoj izgradnji u NRH 27 500 Din/m² (jeftinija je Slovenija sa 25 500 Din/m²). Kod nas je dakle ova varijanta montažnih objekata jeftinija, no još uvijek treba težiti ka smanjenju cijene. U početku je i u SSSR i u susjednoj Austriji montažna stambena izgradnja bila čak i skuplja od klasične.

Analizom produktivnosti ustanovljeno je, da je proizvedena vrijednost po jednom radniku u klasičnoj izvedbi iznosila **790 000** Din godišnje, a u klasičnoj izvedbi **980 000. Kod toga je** koeficijent mehanizacije bio **0,11 dok je prosjek u NRH 0,25.**

Po jednoj stambenoj jedinici od živog rada potreban je bio 1,1 radnik, dok u Čehoslovačkoj treba 0,8. Po norma-satima upotrebljeno je po jednoj jedinici 2 520 sati, što je bolje nego na .pr. u SSSR (3 000).

Konačno, što se tiče brzine izvođenja, jedan objekt u klasičnom građevinarstvu gradi se 16—20 mjeseci, što iznosi preko mjesec dana po stambenoj jedinici, dok smo mi trebali 1,2 tjedna kod pune montaže odnosno 1,8 tjedana s upotrebom polumontažnih stropova. Najbrži su Rusi, koji trebaju jedan dan po stambenoj jedinici; iza njih dolazi ČSR sa dva dana.

Ad e) su prikazane montažne stambene zgrade u ČSR u fazi proizvodnje, montaže i na gotovim objektima, s prikazom njihovih tipova zidnih elemenata, stropnih elemenata, sanitarnih čvorova, podova i stubišta i t d., uz detaljni prikaz mehaniziranja i parenja u proizvodnji te organizacije teške montaže pomoću portalnih dizalica, s upotrebom živog rada od svega 6 montera. Konačno je dana analiza, po kojoj u ČSR jedan stan stoji 80 000 Kč i 5—7% je jetfiniji od klasičnih sistema, uz ostale navedene prednosti (brzina transport i dr.).

U brzini je kod njih odnos prema klasičnim sistemima izraženim u odnosu 4 : 18 mjeseci, po utrošku čelika 3 : 6,4 kg i u težini u odnosu 380 : 600 kg u korist montažne izvedbe.

Izvodi se zaključak, da u ČSR već u početku tog načina građenja montažno građevinarstvo ima konkurentne uslove, a dok se tehnološki proces proizvodnje i montaža usavrše, prednosti će biti veće. *Kov.*

Bibliografija

Dr. ing. Ervin Nonveiller: STABILNOST NEHOMOGENIH POKOSA.

Publikacija pod gornjim naslovom, koja je izašla u izdanju Hidrotehničkog instituta »Ing. Jaroslav Cerni«, kao knjiga 7 posebnih izdanja, predstavlja doktorsku disertaciju dr. ing. Ervina Nonveillera. U svojoj disertaciji dr. Nonveiller je dao rezultate svojih višegodišnjih modelnih ispitivanja stabilnosti nehomogenih pokosa, odnosno kliznih ploha, po kojima se ruše ovakovi pokosi. Na temelju ovih svojih ispitivanja dao je autor metodu za određivanje stabilnosti uz supoziciju uslova, koji su nađeni tim pokusima.

Homogeni presjeci od koherentnog ili nekoherentnog materijala pokazuju kod loma klizne plohe, za koje postoji veći broj metoda ispitivanja. Za nehomogeni presjek je već pred dvadesetak godina bilo predloženo, da se odabere diskontinuirana ploha obzirom na različite osobine materijala (Ehrenberg). Točniji oblik klizne plohe ranije je naslućivan, a ustanovljen je pred 4 godine gotovo istovremeno na dva razna načina. Švеđanin Samsioe ga je izračunao analitički, a dr. Nonveiller pomoću modela. Ti rezultati dr. Nonveillera poslužili su kao baza za njegova daljnja ispitivanja na modelima.

Prvi pokusi predstavljali su mehaničko oponašanje nehomogenog nasipa koji se ruši. Svrha tih pokusa bilo je samo kvalitetno ispitivanje problema. Modeli su izrađeni od pijeska, a jasno su pokazali diskontinuitet deformacija na granici nehomogenosti.

Ta se koncepcija može primijeniti na račun stabilnosti, ako su poznati ovi momenti:

— međusobna zavisnost između deformacije i veličine pasivnog otpora potpornog tijela,
— raspodjela naprezanja i napadna točka pasivnog otpora na kontaktu jezgre i potpornog tijela,
— smjer djelovanja naprezanja i pasivnog otpora potpornog tijela.

Za razjašnjenje tih pitanja provedena je druga serija modelnih pokusa. Duhovito projektiranom jednostavnom konstrukcijom omogućeno je mjerenje veličine, hvatišta i smjera pasivnog otpora, kao i promatranje ovih elemenata tokom opterećivanja i loma potpornog tijela. Model je opet izrađen od pijeska i sitnog drobljenca do 5 mm, a kontaktna ploha jezgre i nasipa predstavljena je jednom krutom pločom.

Iz niza modela ove serije autor je dobio rezultate, odakle je mogao analizirati oblik klizne plohe u ovisnosti o uslovima opterećenja. Kutevi nagiba klizne plohe kontrolirani su po postojećim zakonima za stanje plastične ravnoteže i dobiveno je dobro slaganje.

Daljnja serija ispitivanja sastojala se u tome, što je kruta ploča na granici nehomogenosti zamijenjena jezgrom plastičnog materijala, opterećena hidrostatskim tlakom.

Na temelju rezultata svih tih ispitivanja autor je razradio metodu za kontrolu stabilnosti nehomogenih pokosa po diskontinuiranim kliznim plohama.

Vrijednost rada dr. ing. Nonveillera je u tome, što je dao već odavna potrebnu točniju metodu računa stabilnosti nehomogenih pokosa po diskontinuiranim kliznim plohama, što se dosada moglo raditi po vrlo generaliziranim pretpostavkama, čime su se dobivali nerealni rezultati, te se zato ovo nije ni prakticiralo. Osim toga, za takve je nasipe vrlo važna kontrola i po diskontinuiranim kliznim plohama, jer, kako su i modeli pokazali, kod nekih nasipa lom nastaje upravo po ovakovim kliznim plohama. To znači, da faktor sigurnosti računat po ostalim kliznim plohama može pokazati krivu sliku stabilnosti, pa je stoga nužno potrebna kontrola i po takovim plohama.

Dosada je ova metoda kod nas primijenjena za račun stabilnosti nekoliko nasutih brana i pokazala se neobično vrijednom. Sam tok rada nešto je dulji nego kod klasičnih metoda, ali se isplaćuje zbog neophodno potrebnih podataka, koje možemo dobiti jedino primjenom te metode. *Z. E.*

NAŠE GRAĐEVINARSTVO — god. XII, br. 6, jun 1958, Beograd: Marucić: Merenja dinamičkih naprezanja novog Savskog mosta u Beogradu. — Sarger: Francuski paviljon na Briselskoj univerzalnoj i internacionalnoj izložbi 1958 g. — Milovanović: Neke nove konstrukcije brana u građenju i pripremi za građenje u našoj zemlji.

PUT I SAOBRAĆAJ — god. IV, br. 4, april 1958, Beograd: Antić: Modernizacija i održavanje putne mreže u Jugoslaviji. — Filipović: Brzi terenski metod za određivanje kvaliteta radova za izradu puteva. — Bižić: Betonski radovi za vreme žega. — Aichhorn, Steinbrenner: Stabilizacija raspadnutog granita za podloge puteva koji su izloženi mrazu. — Pljakić: Lokalni putevi u poljoprivrednim reonima.

BILTEN SAVEZNE GRAĐEVINSKE KOMORE — god. IV, br. 4, april 1958, Beograd: Rad organa Savezne građevinske komore (Upravni odbor, Izvršni odbor, Sekcija građevinske operative). — Rad stručnih udruženja (organizacija za građevinsko-zanatske radove). — Rupert, Franic: Izveštaj o specijalizaciji u Z. Nemačkoj. — Cene građevinskog materijala u aprilu.

GODIŠEN ZBORNIK NA TEHNIČKIOT FAKULTET VO SKOPJE — God. 1955/56, Skopje: Miladinov: Konoidni lušpi. — Subanovik: Grafički metod za opredeluvanjeto režimot na ublažuvanjeto na branovite kaj golemite vodi pat na akumulacionen basen. — Tomoski: Kruševo i negovite kuki. — Garevski: Hidrološki priliki vo slivot na reka Bregalnica. — Jeftimijades: Prilog kon ekonomskiot izbor za soobrakajni patišta, utvrduvanje na klasifikacijata i osnovnite konstruktivni elementi. — Tomovski: Stara škola vo selo Vataša. — Belogaski: Motiv od Dolno Nerezi (akvarel) i Dobrotska kuka (akvarel). — Zlokovik: Primena na standardniot modul lm=lo cm vo arhitektonskoto proektiranje.

ODLIČNA KVALITETA DOMAĆIH ZIDNIH PLOČICA I SANITARNE KERAMIKE

Prije gotovo 10 godina počelo se sa projektiranjem i izgradnjom naših prvih tvornica zidnih pločica, sanitarne keramike i porculanskog posuda. U neposrednoj blizini Zagreba, 23 kilometra na pruzi prema Varaždinu podignuta je velika moderna tvornica

»JUGOKERAMIKA« Zaprešić

Bilo je potrebno nekoliko godina neprekidnog i teškog rada, konzultiralo se strane stručnjake, slalo se domaće stručnjake na izobrazbu u inostranstvo, koristila su se stečena iskustva drugih, kako bi u što kraćem mogućem vremenu osvojili ovu tešku proizvodnju. Mi nismo imali nikakove tradicije u proizvodnji porculana i keramike, jer nismo imali takovih tvornica. Ipak je uspjelo našim radnicima, tehničarima, tehnolozima i inžinjerima da u roku od 5 godina svladaju najteže probleme i može se kazati da danas »Jugokeramika« Zaprešić daje zidne pločice i sanitarnu keramiku srednje evropske kvalitete. To je velik uspjeh jer se znade, da se u mnogim industrijskim zemljama za postignuće takovih uspjeha trebalo daleko više vremena.

Zidne pločice koje danas proizvodi »Jugokeramika« Zaprešić po kakvoći svoga crijepa, po svojoj prekrasnoj bijeloj pokrivajućoj glazuri visokog sjaja, potpunoj ujednačenosti boje, po ničemu se ne razlikuju od kvalitete uvoznih pločica.

Pojedini instituti ispitali su kvalitetu tih pločica, te je ustanovljeno, da one premašuju sva svojstva koje moraju imati zidne pločice za oblaganje zidova u kuhinjama, kupaonicama i ostalim prostorijama. Ove pločice su ispitane na šokove visokih i niskih temperatura, do +20° C i —20° C, te se pokazalo da posjeduju odlična svojstva za oblaganje zidova klaonica, hladnjača i ostalih sličnih objekata. Otpornost na slabe kiseline, krv, masnoće i ostale uvjete koji se pojavljuju u klaonicama i hladnjačama, detaljno je ispitana u onim objektima koji su snabdjeveni ovim pločicama, kao i u institutima. Atesti koje posjeduje tvornica pokazuju visoki kvalitet ovog našeg proizvoda.

Tvornica »Jugokeramika« Zaprešić nabavila je prije kraćega vremena skupi precizni stroj za brušenje i kalibriranje zidnih pločica. Na taj način bit će u mogućnosti, da svoje kvalitetne zidne pločice brusi i kalibrira na točnost od 0,2 mm. To je četvrti stroj te vrste koji je montiran u Evropi.

Zidne pločice u bojama biti će doskora novi proizvod »Jugokeramike« Zaprešić. Sve pripreme su potpuno pri kraju, započelo se sa industrijskim pokusima. Tvornica će proizvoditi plave, zelene i žute zidne pločice, a proučava se mogućnost proizvodnje i crnih pločica. Na našem i inostranom tržištu vlada veliki interes za zidne pločice u bojama koje će proizvoditi »Jugokeramika«.

Sanitarna keramika se više ne uvozi u našu zemlju. »Jugokeramika« Zaprešić proizvodi veliki asortiment sanitarnih artikala visokog kvaliteta, tako da je u mogućnosti da zajedno sa ostalim domaćim tvornicama u potpunosti podmiri domaće tržište.

»Jugokeramika« Zaprešić proizvodi i **sanitarnu keramiku u bojama.** Na proljetnim izložbama u Zagrebu i Beogradu bila je po prvi puta izložena sanitarna keramika u bojama, te su ti proizvodi izazvali znatno interesovanje investitora i projektanata.

»Jugokeramika« Zaprešić je jedina naša tvornica koja proizvodi zidne pločice i sanitarnu keramiku u bojama.

Naše građevinarstvo imade sada pored ostalog kvalitetnog domaćeg građevnog materijala i kvalitetne zidne pločice i sanitarnu keramiku domaće proizvodnje. To je veliki napredak jer se znade, da smo još prije kraćeg vremena isključivo uvozili ove građevinske materijale, koji su bili skupi, davali smo za njih devize, a kvalitetno ne samo da nisu bili bolji, nego su u mnogim slučajevima bili slabiji. Danas nema više razloga da u naše stambene objekte ugrađujemo lijevane metalne umivaonike i WC školjke, već postoji mogućnost da naše stanove snabdijemo kao i u svima naprednim zemljama zidnim pločicama bijelim ili u boji i sanitarnom keramikom svih vrsta i oblika.

U jednom od slijedećih brojeva lista objavit ćemo asortiment i cijene zidnih pločica i sanitarne keramike koju proizvodi »Jugokeramika«, tvornica porculanskih i keramičkih proizvoda u Zaprešiću.

